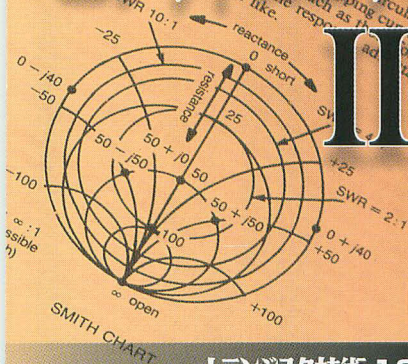
平成11年5月1日発行（毎月1回1日発行）第36巻 第5号 通巻 第416号

高周波/通信/コンシューマ/定番デバイス…

エレクトロニクス用語辞典 II

トランジスタ技術 1999年5月号 別冊付録

CQ出版社

トラ技用語辞典プロジェクト

● 企画の主旨

トランジスタ技術（以下，トラ技）は，エレクトロニクス界の発展とともに，多くの電子系エンジニアやエレクトロニクス技術を探求する一般読者に愛読されてきました．

一方で，エレクトロニクスを学び始める人たちにとって，トラ技の内容は複雑・多様化した専門用語がならび，難解な印象をもつことと思います．

トラ技の記事には，学校の教科書には掲載されていないような，現場技術者たちが実戦で使う専門用語や業界関係者が使う用語などが多く使われていますから，難解で閉鎖的な印象を持つのも無理からぬことかもしれません．

このような状況に対し，今日的なエレクトロニクス用語辞典を望む声が読者から多数よせられています．この用語辞典プロジェクトは，これら読者の要望に応えるものです．

ただし，これで完璧というわけではありません．盛り込めなかった用語や，掲載にいたらなかった分類も多数あります．

これらについても盛り込むべく，今後も用語辞典を発展・充実していきたいと考えておりますので，今後ともトラ技のご愛読ならびにご鞭撻のほど，よろしくお願い申しあげます．

● 謝辞

用語辞典の編纂にあたり，用語の抽出や整理にご協力いただいた尾花一郎氏，説明を引用させていただいた原典の各著者，ならびに用語解説をご執筆いただいた筆者各位に謝意を表します．〈編集部〉

● お断り

本書はお気付きの方も多いと思いますが，1998年「トランジスタ技術」4月号特集として編集しました「エレクトロニクス用語辞典Ⅱ」のリメイク版です．

フレッシャーズのために身近に使えるポケット・サイズ用語辞典として用意したものです．

擦り切れるまでご活用いただければ幸いです．

高周波/通信/コンシューマ/定番デバイス…

エレクトロニクス用語辞典 II

エレクトロニクス用語辞典 II　目次

索引　エレクトロニクス用語辞典 II

【あ・ア】

【た・タ】

表紙撮影／(株)コア
イラスト／神崎真理子

本書の使い方

編集部

● 見出し語の選定

おもにトラ技で使われる用語から選び出してあります.一部には各社の商品名,商標も含みます.

見出し語は,およそ内容的に関連のある項目ごとにまとめてあり,順不同です.五十音順やアルファベット順の検索は,索引ページをご利用ください.同じ見出し語であっても,異なる分野では違う意味で使われることがあります.このような見出し語は,別の章にも重複して登場します.

● 凡例

・同義語　　[同]→Sパラメータ
・参考　　　[参]→スーパーヘテロダイン方式
・対語　　　[対]→分布定数回路

トラ技を読むためのプラス＋1

● 3文字以上のカタカナの音引き

トラ技の用字・用語では,基本的に3文字以上のカタカナ単語の音引きを削除しています.

例えば,次のような単語です.

・コンピューター→コンピュータ
・マイクロプロセッサー→マイクロプロセッサ
・コンデンサー→コンデンサ
・モーター→モータ

ところが下記のようなものもあります.

・タクシー→タクシ
・ナンバー→ナンバ　・マーカー→マーカ
・オーバーフロー→オーバ・フロー
・オーバーフロー→オーバーフロ
・フロッピー・ディスク→フロッピ・ディスク

● 商品名,商標

商品名,商標,登録商標などは,基本的には一般名詞に置き換えています.次のような例があります.

・トライステート→3ステート

・バリキャップ→可変容量ダイオード，バラクタ

・SCR→サイリスタ

ただし，特定の商品を意味する必要がある場合や，商品名を使わなければ意味がくみ取れないような場合は，この限りではありません．

● Kとk

トラ技では，10^3(1000)を表すのに小文字のkを，2^{10}(1024)を表すのに大文字のKを使って表記しています．すなわち1024バイト＝1Kバイトです．例えば128Kバイト＝131072バイト≒131kバイトなのです．

ISO(国際標準化機構)では，1000を表す接頭語として小文字のkを使うことを定めています．大文字のKはコンピュータ界で1024を表すのに慣用的に使われてきた接頭語です．

● KB，Kバイト，kbps

単位記号としてKBと書くと，KバイトなのかKビットなのか，混同しがちです．トラ技ではKBという表記は，特記のない限り使いません．「Kバイト」または「Kビット」と表記してあります．データ転送レート150KBPSなどと書くと，毎秒150000バイトか，毎秒153600バイトか，毎秒150000ビットか，はたまた毎秒153600ビットなのか，あやふやです．

ただしkbpsは1000bits/secondの意味で使用することがあります．

● ハイ・レベル，ロー・レベル

ディジタルICのロジック・レベルは次のように表記しています．

・"H"，Hレベル

・"L"，Lレベル

表中は単にHまたはLと表記することもあります．

● ロー・アクティブの信号の表記方法

基本的には上線で表示しています．ただし，HDLのソース・リストなどを版下として流用しているときは，それにあわせてスラッシュ，ハイフン，マイナスなどを使うこともあります．

(1) $\overline{CE}$　(2) /CE　(3) −CE　(4) #CE

● ～(波ダッシュ)

～は，範囲を表すために使っています．50～54MHzのようにです．単位記号の接頭語が紛らわしいときは，「1.9M～1.2GHz」のように表記します．

● -(ハイフン)と−(マイナス)

toの意味で-(ハイフン)を使っています．A-DコンバータはA to Dコンバータ，p-pはpeak to peakのようにです．マイナスは極性を表したり，数式の演算子として使っています．

● /(スラッシュ)

/は除算記号として使うほか，区切りを表すのに使っています．たとえば，「AD736CP/CM：450/550円」は，AD736CPが450円，AD736CMが550円であることを意味します．

単語の区切りや音節を表すのに慣例的に使うこともあります．たとえばI/FはInterfaceの意味です．

● ms/div.，V/div.，MHz/div.，dB/div.

オシロスコープの画面表示は，横軸が時間軸，縦軸が電圧軸です．画面

は横10分割，縦8分割程度に分割されています．分割された格子の1マスが，1 divisionです．時間軸は5ms/div.，電圧軸は2V/div.のように表します．

スペクトラム・アナライザの画面表示はふつう，横軸が周波数軸，縦軸が電圧または電力のdB値です．

周波数軸は5MHz/div.，dB軸は10dB/div.のように表します．

● **dB （deci Bel，デシベル，デー・ビイ）**

電圧，電流，電力，圧力，エネルギ密度などにおいて，相対的な力の比を求めるときに使う単位です．

これは電力や圧力などが人間には対数的に感じるところからきています．

二つの電力をそれぞれP_1，P_2とすると，

N[dB] = 10 log (P_1/P_2) で表されます．

電圧や電流の場合は，

N[dB] = 20 log (V_1/V_2) で表されます．

● **dB/oct.，dB/dec.** （dB per octave，dB per decade）

1オクターブとは周波数比が2倍，1ディケードは周波数比が10倍のことです．

たとえば−6dB/oct.といえば，周波数が2倍になるごとに6dBずつレベルが下がることを意味します．

● ***φ*，*ID*，*OD*，*L*，*t*，*T***

ϕ3.5は，直径3.5mmを意味します．

空芯コイルの場合，IDは内径（Inner Diameter），ODは外径（Outer Diameter），Lは長さ（Length）を表します．たとえば「ϕ0.5ECW，OD5，30ターン」は，直径0.5mmのエナメル線（Enameld Cupper Wire）を外径5mmで，30回巻くという意味です．

tやTは厚み（thickness）の意味で使うことがあります．t0.5は厚さ0.5mmを表します．

第1章

一般用語，単位，特性，部品
高周波の基礎

櫻井紀佳／濱田倫一／渡辺明禎／宇仁茂義

一　般

● **電磁波**　(electro magnetic wave)

図1-1に示すように，電磁波はその周波数(波長)によってさまざまな性質をもつ．原理的にはどの周波数でも通信は可能である．現実的には電波や光波を使うものが多い．

● **電波**　(radio wave)

[同]→電磁波

[参]→周波数帯の呼称

空間を伝播する3000GHzより低い周波数の電磁波の呼称．周波数帯別にいろいろの呼び名がある．現在主流の通信用搬送波である．電界と磁界からなる電磁波の略称．

● **光波**　(light wave)

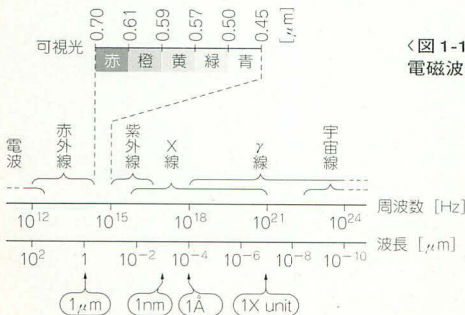
赤外線から紫外線までを指す．空間伝送通信や光ファイバ通信がある．

● **周波数帯の呼称**　(name of frequency band)

図1-2に示す．俗称も含めて世の中で広く使われている呼称をまとめたものであって，すべてが正式に制定されたものではない．(1) (2)

● **波長の呼称**　(name of wave length)

[参]→周波数の呼称

● **レーダー周波数の呼称**　(RADAR frequency band)

〈図1-1〉
電磁波の種類

〈図1-2〉 周波数と波長の呼称

(a) 周波数呼称

1.0 2.0 4.0 8.0 12.4 18.0 26.5 33 40 50 60 75 110

L S C X Ku Ka A U Q V W

1GHz 10GHz 100GHz

SLF ULF VLF LF MF HF VHF UHF SHF EHF

30Hz 300Hz 3kHz 30kHz 300kHz 3MHz 30MHz 300MHz 3GHz 30GHz 300GHz 3THz

10Mm 1Mm 100km 10km 1km 100m 10m 1m 10cm 10mm 1mm 0.1mm

長波 中波 短波 超短波 極超短波 センチ波 ミリ波 サブミリ波

(b) 波長呼称

30cm 3cm 3mm

準マイクロ波 マイクロ波 準ミリ波 ミリ波

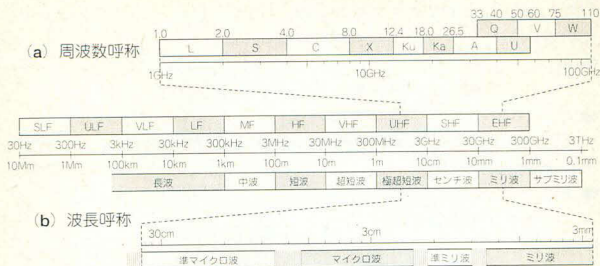



表1-1に示す．いくつかの呼称が混在して使われている．

● **波長** (wave length)

電波が1秒間に進む距離30万km (3×10^8m) を周波数f[Hz]で割ると波長となる．

電波の波長は次式で求められる．波長は一般に記号λ(ラムダ)で表す．

$\lambda = 300/f$

λ：波長[m]，f：電波の周波数[MHz]

● ***R***

抵抗器そのもの．抵抗器の抵抗値(レジスタンス)を表す記号．

バンド名	周波数[GHz]
L	1.12 ～ 1.76
LS	1.76 ～ 2.6
S	2.6 ～ 3.95
C	3.95 ～ 5.89
XN	5.89 ～ 8.2
X	8.2 ～ 12.9
Ku	12.9 ～ 18
K	18 ～ 26.5
Ka	26.5 ～ 40

(a) WW2バンド

バンド名	周波数[GHz]
A	0 ～ 0.25
B	0.25 ～ 0.5
C	0.5 ～ 1
D	1 ～ 2
E	2 ～ 3
F	3 ～ 4
G	4 ～ 6
H	6 ～ 8
I	8 ～ 10
J	10 ～ 20
K	20 ～ 40
L	40 ～ 60
M	60 ～ 100

(b) TRIサービス・バンド

バンド名	周波数[GHz]
I	0.1 ～ 0.15
G	0.15 ～ 0.225
P	0.225 ～ 0.39
L	0.39 ～ 1.55
S	1.55 ～ 5.2
C	3.9 ～ 6.2
X	5.2 ～ 10.9
K	10.9 ～ 36
Q	36 ～ 46
V	46 ～ 56

(c) WW2サブ・バンド

〈表1-1〉 レーダー周波数の呼称

● *L*

コイルまたはインダクタそのもの.コイルの自己インダクタンスを表す記号.

● *M*

トランスの相互インダクタンスを表す記号.

● *C*

コンデンサまたはキャパシタそのもの.コンデンサのキャパシタンスを表す記号.

● *X*

リアクタンスを表す記号.

● *Y*

アドミッタンスを表す記号.

● *Z*

インピーダンスを表す記号.

● λ (lambda;ラムダ)

波長を表す記号.

● η (eta;イータ)

効率を表す記号.

● Γ (gamma;ガンマ)

電圧反射係数を表す記号.

● *Q* (Quality factor)

コイルの品質を表す記号. 値が大きいほど損失が少ない.

高周波回路では共振の鋭さを表すのにも使われる.この値が大きいほど帯域が狭い.

● **インピーダンス** (impedance)

交流的な抵抗値. 交流的な電流の流れにくさ. 単位はΩ(オーム)である. 記号Zで表す.

● **アドミッタンス** (admittance)

インピーダンスの逆数. 記号*Y*で表す. 単位はS(シーメンス)である. 単位Sが制定される前は単位記号は℧(モー)が使われていた.

● **イミッタンス** (immittance)

インピーダンス(impedance)とアドミッタンス(admittance)を合わせた造語. インピーダンス平面を表したスミス·チャートにアドミッタンス·チャートを重ね合わせたものをイミッタンス・チャートという.

● **リアクタンス** (reactance)

エネルギを蓄えることができる量.コイルやコンデンサなどのリアクタンス素子は,エネルギ損失なしにエネルギを蓄え,放出することができる. 記号*X*で表す.

コイルのもつインダクタンス*L*とそのリアクタンスX_Lには次の関係がある.

$$X_L = 2\pi f L$$

コンデンサのもつキャパシタンス*C*とそのリアクタンスX_Cには次の関係がある,

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

● **RF** (Radio Frequency)
[対]→AF
一般に高周波を意味する．通信機器の回路ブロック内では「無線周波数」の意味で使用される．

● **AF** (Audio Frequency)
[対]→RF
低周波または低周波信号．

● **HF** (High Frequency)
[参]→RF，[対]→LF
高周波または高周波信号．または3～30MHz帯．

● **LF** (Low Frequency)
[参]→AF，[対]→HF
低周波または低周波信号．または30～300kHz帯．

● **IF** (Intermediate Frequency)
[参]→スーパーヘテロダイン方式
送受信機の内部周波数のこと．

● **中間周波数**
[同]→IF

● **ベースバンド** (baseband)
通信機器における，変調前または復調後の情報信号（音声，映像，ディジタル・データなど）の帯域．
変調する前の一番元になる情報信号，また受信側で最後に復調して取り出した信号がベースバンドで普通は低い周波数帯である．例えば音声通信ではFM変調でもAM変調でもベースバンドは元の音声信号である．

● **ベースバンド信号** (baseband signal)
音声，テレビの映像信号，ディジタル・データなど情報を含んだ信号．変調信号を指す場合が多い．

● **キャリア** (carrier)
搬送波．情報を伝達するための高周波信号．

● **変調** (modulation)
キャリアに情報を乗せること．

● **復調** (demodulation)
被変調波から情報を取り出すこと．

● **検波** (detection)
信号またはキャリアを検出すること．復調と同義語として使われる場合もある．

● **逓倍** (multiply；ていばい)
周波数を n 倍に変換すること．

● **分周** (divide)
周波数を $1/n$ に変換すること．

● **周波数変換** (frequency conversion)
[参]→ミキサ

二つの信号の乗算により，キャリア周波数を別の周波数に変換すること．

● **整合** (matching)

[参]→インピーダンス・マッチング

● **インピーダンス・マッチング** (impedance matching)

信号源インピーダンスと負荷インピーダンスが複素共役の関係になるようにすること．

負荷抵抗を信号源の内部抵抗に合わせ，リアクタンス特性を相殺すると，信号源から最大の電力を取り出すことができる．これをインピーダンス・マッチングという．マッチングを取るためには，スミス・チャートやイミッタンス・チャートを使うと便利である．

● **複素共役** (complex conjugate)

等しい抵抗成分と大きさが等しく符号が反対のリアクタンス分をもつインピーダンスの関係．

$R + jX$ と $R - jX$ は複素共役である．

● **共役インピーダンス** (conjugate impedance)

[参]→複素共役

● **給電** (feed)

アンテナに電力を供給すること．またはアンテナから電力を取り出すこと．

● **饋電** (feed；きでん)

受信アンテナから電力を取り出すこと．

● **線路** (line)

[参]→伝送線路

● **スプリアス** (spurious)

不要波．ひずみや回路間の干渉によって生じる不必要な成分．

● **分布定数回路** (distributed constant circuit)

[対]→集中定数回路

回路素子の物理的な大きさが信号の波長に対して無視できず，インダクタンス，キャパシタンス，抵抗を独立した回路素子として取り扱うことができない回路．またはそのような考え方で設計された回路．

一般に信号の波長に比べて回路素子の物理的大きさが十分に小さくない場合に使う．

● **集中定数回路** (lumped constant circuit)

[対]→分布定数回路

インダクタンス，キャパシタンス，抵抗を独立した回路素子として取り扱うことができる回路．またはそのように取り扱って設計された回路．

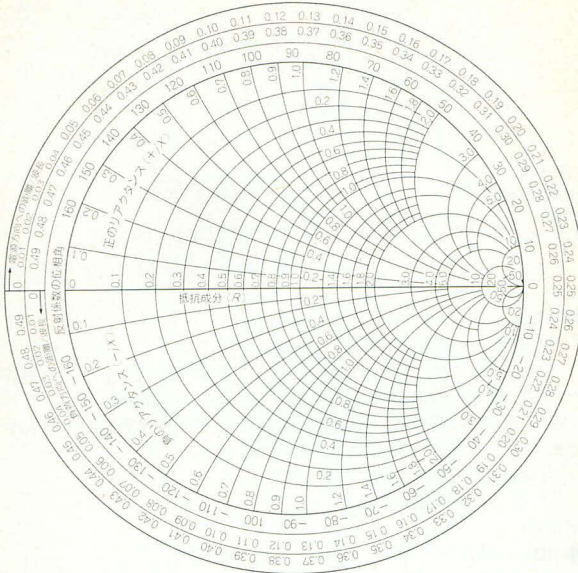
一般に信号の波長に比べて回路素子の物理的大きさが十分に小さい場合に実現できる．

● **伝送線路** (transmission line)

同軸ケーブルやマイクロストリップライン，フィーダ・ケーブルなどの高周波電力を伝送するための配線路．単に線路ともいう．

● **特性インピーダンス** (characteristic impedance)

伝送線路を高周波電力が伝播するときの電圧と電流の比．伝送線路に固有のパラメータで，機器の入出力インピーダンスをこの値に合わせな

〈図1-3〉 スミス・チャート

いと，線路上に反射による定在波が発生する.

● **反射** (reflection)

伝送線路と負荷のインピーダンスが不整合状態にあるときに，伝送線路を伝播した電力の一部が負荷で消費されずに信号源側に戻る反射波が生じる現象.

● **反射係数** (reflection coefficient)

インピーダンスの不整合により発生する反射波の大きさと位相を示す複素数パラメータ.

● ***S*パラメータ** (scattering-parameter)

端子パラメータの一種. 4端子回路をインピーダンスが較正された高周波電源に接続したときの電力反射係数と通過(透過)係数で表現する.

● **散乱パラメータ**

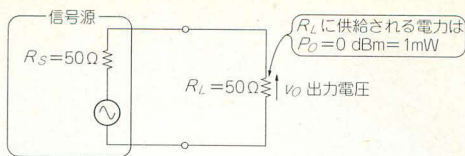
[同] → *S*パラメータ

● **スミス・チャート** (Smith chart)

インピーダンスと反射係数を対応させた**図1-3**のような計算図表.

単 位

● **dBm** (ディー・ビー・エム)

電力の単位. インピーダンス50Ωでは0dBm = 1mW, 30dBm = 1W.

(a) 回路

〈図1-4〉
dBmとdBμの関係

$$v_O=\sqrt{R_L\cdot P_O}=\sqrt{50\times10^{-3}}$$
$$=0.224\,[\mathrm{V}]$$
$$=20\log\left(\frac{0.224}{1\times10^{-6}}\right)=106.98\,[\mathrm{dB}\mu]$$

(b) dBmをdBμで表す

● dBμ　(ディー・ビー・マイクロ)

電圧の単位．0 dBμ = 1 μV, 60 dBμ = 1mV.

高周波回路では，入出力インピーダンスを50Ωで設計することが多いため，0 dBm = 107dBμの関係を頻繁に利用する(**図1-4**).

dBμ表示は日本や英国では開放端電圧を，米国では終端電圧を表すことが多い．このため50Ω系の0 dBmは，

$$0\ \mathrm{dBm} \fallingdotseq 113\ \mathrm{dB}\mu_{\mathrm{EMF}}$$
$$\fallingdotseq 107\mathrm{dB}\mu_{\mathrm{PD}}$$

となる．

● dBc　(ディー・ビー・シー)

キャリア対スプリアス比の単位．cはcarrier(搬送波)の意味を表す接尾辞．

● dBi　(ディー・ビー・アイ)

アンテナの絶対利得を表す単位．iはisotropic(等方性)の意味を表す接尾辞．

● dBd　(ディー・ビー・ディー)

アンテナの利得を完全半波長アンテナ(絶対利得2.15 dBi)との比で表す単位．dはdipole(ダイポール)の意味を表す接尾辞．

● dBm/Hz　(ディー・ビー・エム・パー・ヘルツ)

1Hzあたりの電力密度．雑音電力を表現するときの単位として使用する．なお，熱雑音は周波数特性がフラットである．

● EMF　(Electro Motive Force)

起電力．信号発生器などの開放端の電圧表示を意味する．$\mathrm{dB}\mu_{\mathrm{EMF}}$のように使う．次の関係がある．

$$0\ \mathrm{dB}\mu_{\mathrm{EMF}} = 1\ \mu\mathrm{V}_{\mathrm{EMF}}$$
$$= 0.5\ \mu\mathrm{V}_{\mathrm{PD}}$$

● PD　(Potential Drop)

電位降下．信号発生器などの終端電圧表示を意味する．$\mathrm{dB}\mu_{\mathrm{PD}}$のように使う．次の関係がある．

$$0\ \mathrm{dB}\mu_{\mathrm{PD}} = 1\ \mu\mathrm{V}_{\mathrm{PD}}$$
$$= 2\ \mu\mathrm{V}_{\mathrm{EMF}}$$

特　性

● **SN比**　(Signal to Noise ratio)

信号と雑音の比. 数値が大きいほど良好な状態である. 測定にはひずみ率計などで信号だけ抜き出し, このレベルと残った雑音のレベルとの比を求める.

SN 比 (*SNR*) は次式で求め, dB で表示する.

$$SNR = 10 \log\left(\frac{P_S}{P_N}\right)$$

ただし, P_N : 雑音電力 [W], P_S : 信号電力 [W]

電圧を使う場合は次式による.

$$SNR = 20 \log\left(\frac{v_S}{v_N}\right)$$

ただし, v_N : 雑音電圧 [V], v_S : 信号電圧 [V]

FM受信機のアンテナ入力レベル対オーディオ出力レベルの特性を図1-5に示す. *S/N*は信号対ノイズ, *S*/(*N*+*D*) は信号とノイズ+ひずみとの比を示したものである.

● **SNR**　(Signal vs. Noise Ratio)

[同] → *SN* 比

信号対雑音比.

● **S/N**

[同] → *SN* 比

● **CN比**　(Carrier to Noise ratio)

搬送波と雑音の比. 数値が大きいほど良好な状態である. 発振器の純度を表すのに使われる.

CN 比 (*CNR*) は次式で求め, dB で表示する.

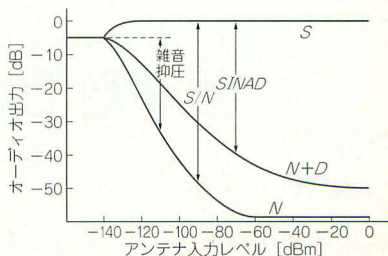
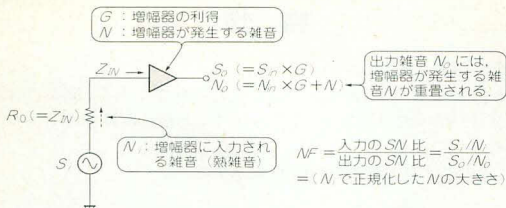
$$CNR = 10 \log\left(\frac{P_C}{P_N}\right)$$

ただし, P_N : 雑音電力 [W], P_C : 搬送波電力 [W]

● **C/N**

[同] → *CN* 比

● **CNR**　(Carrier vs. Noise Ratio)

〈図1-5〉 FM受信機のアンテナ入力対オーディオ出力特性

〈図1-6〉 ノイズ・フィギュア

［同］→ *CN* 比

搬送波対雑音比．

● **ノイズ・フィギュア**　(noise figure)

回路の入力信号の *SN* 比と出力信号の *SN* 比の比．

図1-6のように，その回路が等価的に入力熱雑音の何倍の内部雑音を発生するかを表すパラメータ．

どのような素子でも必ず雑音を発生させ，通過する信号の*SN*比を悪化させる．このため，素子の入力と出力の*SN*比を比較して，その素子の雑音特性を表すのがノイズ・フィギュアである．

図1-7に示すように，入力に近い能動素子の特性が支配的であり，数値が小さいほど性能が良い．

● **雑音指数**

［同］→ノイズ・フィギュア

● ***NF***

［同］→ノイズ・フィギュア

● **感度**　(sensitivity)

一般に実用的に通信することが可能な最小入力レベル．受信機の復調出力が一定の状態に達するレベル．

ディジタル方式の場合は*BER*，アナログ方式の場合は出力*SN*比，または*SINAD*で定義する．

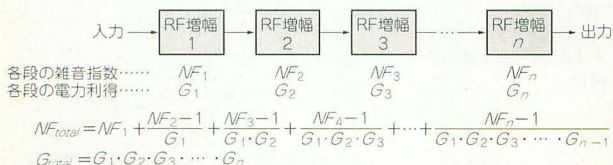
● **SINAD感度**　(SIgnal to Noise And Distortion sensitivity；シナンドかんど，サイナドかんど，シナドかんど)

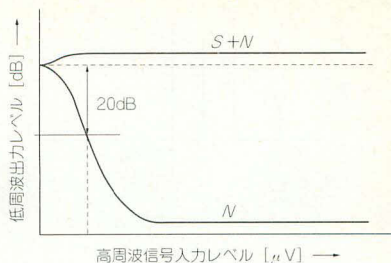
FM方式の受信機の感度測定基準．標準変調信号入力時の全出力である，信号と雑音とひずみと，その中から信号出力を除いた出力との比．

この比が12dBのときの入力レベルを感度値と定義している．[5]

〈図1-7〉[9] ノイズ・フィギュアの算出方法

$$NF_{total}=NF_1+\frac{NF_2-1}{G_1}+\frac{NF_3-1}{G_1\cdot G_2}+\frac{NF_4-1}{G_1\cdot G_2\cdot G_3}+\cdots+\frac{NF_n-1}{G_1\cdot G_2\cdot G_3\cdot\cdots\cdot G_{n-1}}$$

$$G_{total}=G_1\cdot G_2\cdot G_3\cdot\cdots\cdot G_n$$

後の項ほど分母が大きくなる．したがって初段のNF_1でほとんど全体のNFが決まる．

〈図1-8〉
20dB NQ感度

SINAD感度は次式で求め，dBで表す．

$$SINAD=\frac{S+N+D}{N+D}$$

ただしS：信号電圧，N：雑音電圧，D：歪み電圧

● **雑音抑圧感度** （noise quieting sensitivity）

FM受信機の感度測定法の一つ．FM受信機は無信号時にはザーという雑音が聞こえるが，信号が入感すると雑音が消える．そこで，無変調波の高周波信号に受信機を同調させておき，徐々に入力信号を大きくしていくと**図1-8**のように雑音出力が抑圧される．

一般に雑音を20dB抑圧したときの高周波信号の入力レベルをもって感度を表示する．

● **NQ感度**

［同］→雑音抑圧感度

● **選択度** （selectivity）

受信機が不要波（妨害波）を除去し，目的の信号を抽出する能力を示すパラメータ．妨害波の定義により，隣接チャネル選択度，イメージ感度（スプリアス感度），相互変調感度，同一チャネル選択度などに分類される．

● **隣接チャネル選択度** （adjacent channel selectivity）

隣接チャネル信号を排除する能力．

● **相互変調感度** （intermoduration sensitivity）

［参］→相互変調

隣接チャネルと次隣接チャネルの3次ひずみは，受信チャネル周波数と同一になり，希望波を妨害する．その3次ひずみによって生じる妨害波の排除能力．

● ***IM***

［同］→相互変調

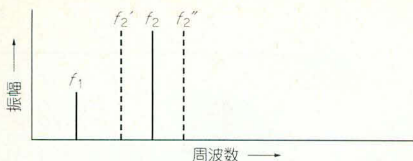
● ***IMD***

［参］→相互変調

相互変調歪み．

● **インター・モジュレーション**

［同］→相互変調

● **クロス・モジュレーション**

〈図 1-9〉[9]
混変調

強い信号 f_2 によって f_1 が振幅変調を受けて妨害となる．この場合，f_2 の1信号だけで妨害となり，周波数が f_2' または f_2'' に変わっても妨害の変化はない．

［同］→混変調

● **混変調**　(cross moduration)

ミキサやRF増幅回路などの非直線性によって目的信号が妨害信号で変調されて妨害を受けること(**図1-9**)．このため振幅変調系に限られ，はっきりした周波数関係はない．相互変調と混同されやすい．

● **混変調ひずみ**　(cross moduration distortion)

混変調を起こすことによって発生するひずみ．回路が非線形の場合に発生する．

● **相互変調**　(inter-moduration)

［参］→相互変調感度

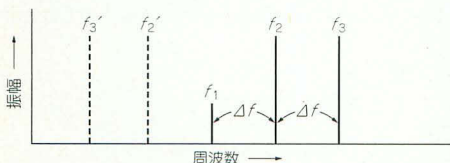
図1-10のように，周波数軸上で目的信号の上側または下側に等間隔に並んだ二つの妨害波がミキサやRF増幅回路などでひずみを受け，3次ひずみが目的信号と同じ周波数となって妨害を受けること．

周波数的な関係がはっきりしているので，目的波と二つの妨害波のうち，どれかの周波数がずれると妨害はなくなる．

● **インターセプト・ポイント**　(intercept point)

RF増幅器やミキサなどの素子のひずみの程度を表す表現方法の一つ．

入力信号と出力信号の関係において，**図1-11**に示すように目的信号は1：1の関係で増加するのに対して3次ひずみは1dB入力を増すと出力は3dB増加する．それぞれの直線を延長すると交差する点が求められ，そのポイントがインターセプト・ポイントと呼ばれている．

この数値が高いほど妨害波の影響を受けにくいことになる．実際にはこのポイントに達する前に素子が飽和するので実測は不可能である．

〈図 1-10〉[9]
相互変調

▶例
f_1＝145MHz … 目的信号
f_2＝146MHz … 妨害信号1
f_3＝147MHz … 妨害信号2

▶妨害の発生
$2f_2-f_3=f_1$
2×146－147＝145 [MHz]

〈図1-11〉(9)
インターセプト・ポイント

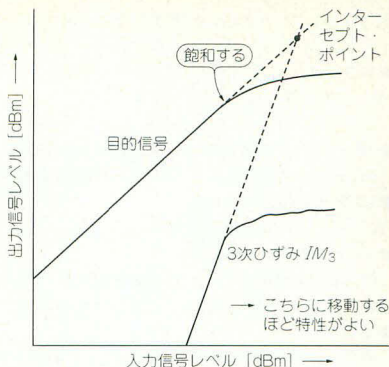
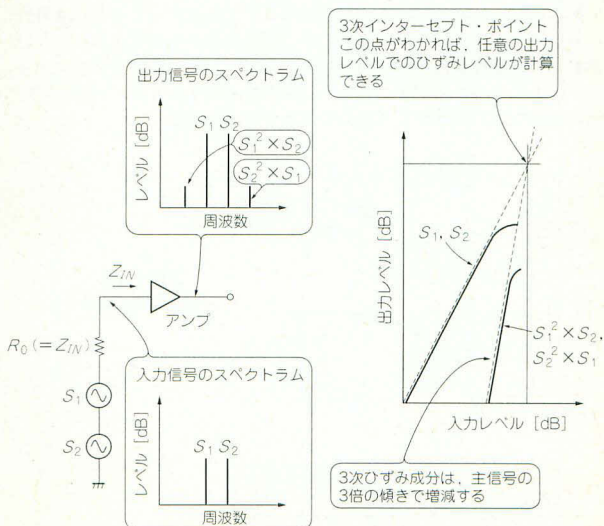



図1-12のように周波数の異なる二つの信号を同一レベルで入力したときに，回路の非線形性によって出力に発生する3次ひずみのレベルと，基本波出力レベルが同一になる仮想ポイント．大信号入力時のデバイスのひずみ特性を表す．

● **IP**

［同］→インターセプト・ポイント

〈図1-12〉 3次インターセプト・ポイント

● **3次インターセプト・ポイント**　(third order intercept point)
[参]→インターセプト・ポイント

● **IP3**
[参]→インターセプト・ポイント
3次インターセプト・ポイント.

● **同一チャネル選択度**　(cochannel selectivity)
同一チャネルに混入する妨害波の排除能力.

● **コチャネル**　(cochannel)
[参]→同一チャネル選択度

● **バックオフ**　(back-off)
出力最大振幅レベルと出力飽和電力レベルの差. A級やAB級増幅器の動作点を表現するためにしばしば使われる. **図1-13**に示す.

● **E_b/N_o**
ディジタル変調信号における, ビットあたりの電力密度対雑音電力密度比.

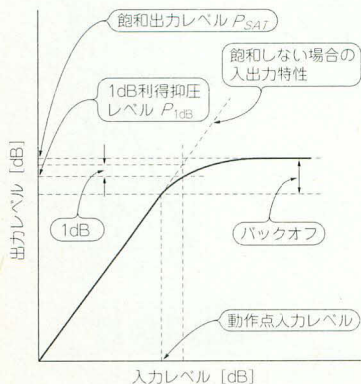
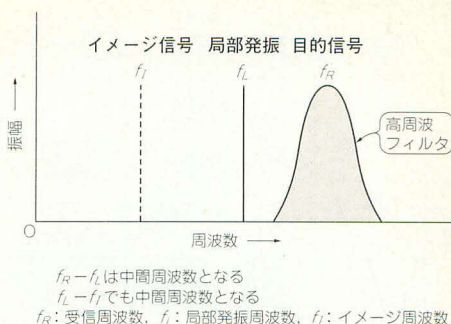
● ***BER***　(Bit Error Rate)
[同]→ビット誤り率

● **ビット誤り率**　(Bit Error Rate)
ランダムなディジタル・データを伝送し, 復調した際に, 送ったデータの中での誤りデータの比率. $BER = 10^{-9}$の場合, 10^9個のデータを送ると1個間違いがあることを意味する. この程度の*BER*を得るためには信号の*S/N*が16dB程度必要である.

● **群遅延特性**　(group delay characteristic)
基本波と高調波からなる波形が回路素子を通過するときの遅延特性.
方形波のような信号は基本波と多くの高調波から構成されていて, しかも基本波と高調波との位相の関係も一定していることが必要である. フィルタのような素子をこのような波形が通過するとき, この基本波と高調波の位相の関係がくずれないことが要求される.

〈図1-13〉バックオフ

〈図1-14〉[9]
イメージ受信

f_R-f_Lは中間周波数となる
f_L-f_Iでも中間周波数となる
f_R：受信周波数，f_L：局部発振周波数，f_I：イメージ周波数

どのような素子も信号の通過で遅延を伴うが，遅延があっても基本波も高調波も同じ遅延時間なら波形のくずれはなく，それぞれの遅延時間がずれると波形がくずれることになる．

● **イメージ感度**　(image sensitivity)

スーパーヘテロダイン方式の逆ヘテロダイン周波数に存在するイメージ周波数の不要波の感度またはそれを排除する能力．

● **スプリアス感度**　(spurious sensitivity)

[参]→スプリアス信号，イメージ感度

● **イメージ受信**　(image reception)

スーパーヘテロダイン方式では，局部発振周波数よりIF周波数だけ離れた上下の周波数が受信される．**図1-14**のように上下二つの周波数の片方が目的信号となり，残ったほうは不要な信号である．後者を受信することをイメージ受信という．ふつうは目的信号だけをフィルタに通して取り出すので，イメージ信号との比は，このフィルタの特性に依存することになる．

● **イメージ周波数**　(image frequency)

図1-15に示すように，ある周波数に対して乗算を行ったときに，差の周波数が等しくなる周波数は二つ存在する．使用しない側をイメージ周波数という．

図では$f_{IF}=f_{RF}-f_{LO}$の関係が成り立ち，f_{RF}の信号がf_{IF}に変換されるので受信できる．一方，f_{IMG}を見ると$f_{IF}=f_{LO}-f_{IMG}$が成り立つから，これもIF周波数に変換されて受信できる．f_{IMG}のような周波数をイメージ周波数と呼ぶ．

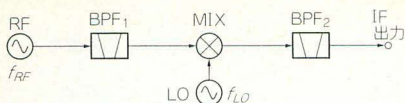
● **影像周波数**

[同]→イメージ周波数

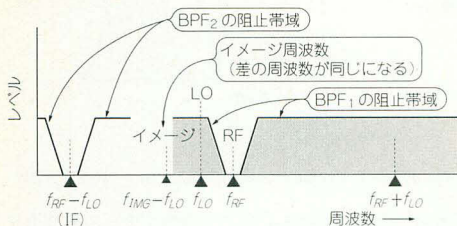
● **イメージ混信**　(image jamming)

[参]→イメージ受信

● **スプリアス信号**　(spurious signal)

一般的には目的信号以外の信号をいい，受信機ではイメージ信号や局部発振の高調波によって受信される信号のほか，受信機内部で使用するほかの発振器の周波数やその高調波の信号の受信もスプリアス信号であ

（a）ヘテロダイン方式

（b）周波数軸上の各信号の関係

〈図1-15〉
イメージ周波数

る．また，送信機では目的信号以外に発射される信号をスプリアス信号と呼んでいる．

● ***VSWR***　(Voltage Standing Wave Ratio)

電圧定在波比．インピーダンス不整合により，反射波が発生している伝送線路上に発生する電圧振幅分布の山と谷の比．

電圧定在波比Sは，次式で求めることができる．

$$S=\frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$$

Γは電圧反射係数であり，次式で定義される．

$$\Gamma=\frac{v_R}{v_F}$$

ただし，v_F：進行波電圧，v_R：反射波電圧

● **電圧定在波比**

［同］→ *VSWR*

● ***SWR***

［参］→ *VSWR*

● **定在波比**

［参］→ *VSWR*

部　品

● **Xtal**　(crystal)

水晶．

● **ATカット**

［参］→水晶発振器

● **DTカット**

［参］→水晶発振器

● **RFC**　(Radio Frequency Choke coil)

回路間の不要結合を防ぐため，回路に挿入する直列インダクタ．

● **高周波チョーク**

[同]→RFC

● **共振子** (resonator)

共振回路と同様の振る舞いをする素子．一般に機械的な共振現象を利用する．代表的なものに水晶発振子やセラミック圧電素子などがある．

● **カプラ** (coupler)

[参]→カプラ，ディレクショナル・カプラ

伝送線路相互を希望の結合度で結合する回路．送信機の高周波電力の検出や反射測定などに利用する．

● **結合器**

[参]→カプラ，ディレクショナル・カプラ

● **パワー・ディバイダ** (power divider)

伝送線路上の電力を分割する回路．一般に分岐先どうしの間は結合がないように設計される．

● **パワー・コンバイナ** (power combiner)

複数の系統の伝送線路上の電力を合成する回路．一般にはディバイダと同一回路で実現できる．

● **ディバイダ**

[参]→パワー・ディバイダ

● **コンバイナ**

[参]→パワー・コンバイナ

● **ハイブリッド・カプラ** (hybrid coupler)

特定のポート間は所定の結合量をもつが，ほかのポートとは絶縁されている3ポートまたは4ポート回路の総称．90°ハイブリッド，ハイブリッド・リング，ハイブリッドTなどがある．

● **ディレクショナル・カプラ** (directional coupler)

伝送線路上の進行波と反射波にそれぞれ結合するポートをもつカプラ．

● **方結** (ほうけつ)

[同]→ディレクショナル・カプラ

● **方向性結合器**

[同]→ディレクショナル・カプラ

● ***CM*カプラ** (CM coupler)

ディレクショナル・カプラの一種．キャパシタンスCと相互インダクタンスMで構成される．

● **サーキュレータ** (circulator)

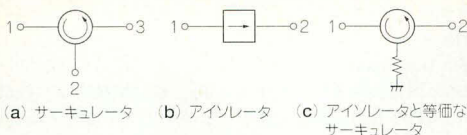
図1-16(a)に示すように，三つのポートをもち，それぞれ隣り合う一つのポートにだけカップリングするデバイス．図において信号は1→2，2→3の方向には通過できるが，それ以外の方向には通過できない．

強磁界の作用により，電磁エネルギの伝播経路が回転することを利用している．

● **アイソレータ** (isolator)

図1-16(b)に示すようにサーキュレータのポートの一つを無反射終端したもの．1方向にだけカップリングする．

〈図1-16〉 サーキュレータとアイソレータ

(a) サーキュレータ　(b) アイソレータ　(c) アイソレータと等価なサーキュレータ

図において信号は1→2へは通過できるが，2→1の方向には通過できない．

● **MCF** (Monolithic Crystal Filter)

モノリシック・クリスタル・フィルタ．第1 IFのフィルタに使うことが多い．

● **水晶フィルタ** (Crystal Filter)

数素子の水晶共振子を組み合わせて作る周波数選択度の高いフィルタ．受信機の選択度を高めるのに使うことが多い．SSB波の発生などにも使う．

● **XF** (Xtal Filter)

[同]→水晶フィルタ

● **CF** (Crystal Filter)

[同]→水晶フィルタ

● **セラミック共振子** (ceramic resonator)

圧電セラミックを使った共振子．水晶発振子より安価だが，周波数安定度はやや低い．

● **ヘリカル・リゾネータ** (helical resonator)

螺旋(らせん)状の素子をシールド・ケースに内蔵した共振回路．VHF～UHFの高周波増幅回路で使われる．

◆第1章の参考・引用文献は69ページに記載◆

第2章
基本回路，機能回路，発振器，PLL周波数シンセサイザ，変調，復調，回路方式
高周波回路

櫻井紀佳／濱田倫一／渡辺明禎／宇仁茂義

基本回路

● **共振回路**　(resonance circuit)

図2-1に示すように，LとCから構成された回路．直列共振回路と並列共振回路がある．LとCは，互いに正負のリアクタンスをもつため，両者が相殺する周波数において，並列共振ではインピーダンスが最大，直列共振ではインピーダンスが最小となる．

フィルタなど周波数選択性をもつ回路を構成するための要素回路として使われる．

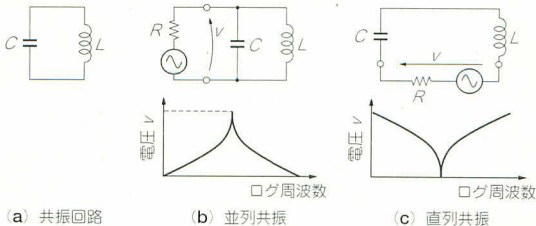
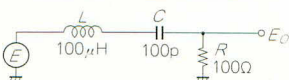
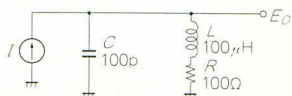
● **直列共振回路**

図2-2のように等価的にコイルとコンデンサが直列になっている共振回路．共振点ではコイルとコンデンサのリアクタンスが相殺されてインピーダンスは0となる．

実際の素子には必ず抵抗分RがあるのでインピーダンスはRに等しくなる．

● **並列共振回路**

図2-3のように等価的にコイルとコンデンサが並列になっている共振

〈図2-1〉　共振回路
(a) 共振回路　(b) 並列共振　(c) 直列共振

〈図2-2〉[9]　直列共振回路

〈図2-3〉[9]　並列共振回路

回路．共振点ではコイルとコンデンサのリアクタンスが相乗的に働き，共振インピーダンスが∞になる．

実際の素子には必ず抵抗分があるので共振インピーダンスは有限値となる．

機能回路

● **LNA**　(Low Noise Amplifier)

低雑音増幅回路．受信機初段に適用される雑音指数の小さい増幅器．

● **中間周波増幅回路**　(IF amplifier)

スーパーヘテロダイン方式の受信機において，中間周波信号を増幅する回路．周波数選択特性を確保するため，一般に狭帯域であり，高利得に設計される．

また復調回路入力レベルを一定に保つため，AGC回路が組み込まれる．

● **AGC**　(Automatic Gain Control)

入力信号レベルが変化しても，出力信号レベルが一定になるよう，増幅器の利得を可変制御する回路．

無線通信では非常に弱い信号から強力な信号までを受信するが，強力な信号でも歪まないように，出力音量を一定にする必要がある．そこで信号入力から出力までの途中に利得を制御するAGC回路を入れる．

● **自動利得制御**

[同] → AGC

● **RSSI**　(Received Signal Strength Indicator)

受信信号強度表示信号．AGCのフィードバック信号などに利用することもある．

受信信号の強度表示．最近の移動体通信では他局への不要な妨害の防止と電力の有効利用の目的で，中継局から来る受信信号の強度に合わせて送信電力を制御している．一般にRSSIはこれに使われている．

アマチュア無線では信号強度をS1～S9で表し，それより強いものをS9＋40dBなどと表している．

● **リミッタ**　(limiter)

振幅制限器．一般に高利得増幅器と組み合わせて使用する．入力信号レベルの変動に対して，出力信号レベルを一定に保つ．FM信号のような一定の包絡線の変調方式に適用される．

● **振幅制限回路**

[同] →リミッタ

● **HPA**　(High Power Amplifier)

大電力増幅回路．

● **ミキサ**　(mixer)

二つの信号を混合する回路．一般に増幅素子の非線形性を利用して積を得る．周波数の異なる二つの信号を乗算すると，両者の和と差の周波数スペクトラムが発生する．キャリア周波数の変換に利用する．

混合器．二つの異なる周波数の信号を乗算して新たな二つの異なる周波数の信号を作り出す回路．実際には必要な片方の一つの信号を取り出

す場合が多い.オーディオ関係で使われているミキサは二つの信号を足し算するもので機能が異なる.

● **MIX**

[同]→ミキサ

● **混合回路**

[同]→ミキサ

● **変換回路** (converter)

狭義では周波数変換回路を意味する.ミキサと局部発振回路からなる回路に対して,1石で局部発振と混合を行う回路をとくに区別して指すこともある.

● **Conv.**

[参]→変換回路

● **DBM** (Double Balanced Mixer)

二重平衡変調器. ミキサの一種.

2組のバランスド・ミキサで構成されたミキサ. IC, トランジスタ, ダイオードなどで構成される. ダイオードによるものを**図2-4**に示す.

● **タンク回路** (tank circuit)

共振回路の別称.振り子が位置エネルギと運動エネルギを固有周期で交換しながらエネルギを保持し続けるのと同様に,電気エネルギと磁気エネルギを共振周波数で交換しながらエネルギを保持する(蓄える)ところから付いた名称.

● **周波数逓倍回路**(ていばい) (frequency multiply circuit)

発振器などの出力に含まれる高調波成分を利用して,整数倍の周波数を得る回路. 第2高調波を使って2倍の周波数を得るものを2逓倍(ダブラ),第3高調波を使って3倍の周波数を得るものを3逓倍(トリプラ)という.

● **逓倍回路**(ていばい) (multiply circuit)

[参]→周波数逓倍回路

● **ダブラ** (doubler)

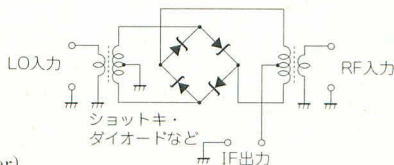
[参]→周波数逓倍回路

● **トリプラ** (tripler)

[参]→周波数逓倍回路

● **プリエンファシス** (pre-emphasis)

[対]→デエンファシス

FM変調方式では,*SN*比は変調指数に比例し,変調指数は変調周波数に逆比例する.したがって変調周波数が高いほど変調指数が下がり,*SN*比が悪化する.

〈図2-4〉[9]
DBM
(Double Balanced Mixer)

そこで，あらかじめ送信側で変調信号の高域を強調する．これをプリエンファシスという．一般にはコンデンサと抵抗による1次ハイパス・フィルタが使われる．

復調された信号のSN比などを改善するため，変調信号の特定の周波数成分を強調して変調すること．

● **デエンファシス**　(de-emphasis)

[対]→プリエンファシス

出力電圧が周波数に逆比例する処理をほどこす回路．

プリエンファシスされた変調波を受信側で復調すると，高域ほど信号が強調されている．これを元の信号に戻すにはプリエンファシス回路と同じ時定数で逆特性の回路を通す．一般にはコンデンサと抵抗による1次ローパス・フィルタが使われる．

プリエンファシスによって強調された周波数成分を受信側で復調後に元に戻すこと．

● **IDC回路**　(Instantaneous Deviation Control circuit)

FMまたはPM変調において，変調のピークで瞬時的に規定のデビエーションを越えないようピークを制限する回路．これによって隣接チャネルへの妨害を抑えて平均変調度を上げることができる．

● **瞬時偏移制御回路**

[同]→IDC回路

● **APC**　(Automatic Power Control)

自動電力制御回路．高周波電力増幅回路ではトランジスタのゲインや飽和電力などのばらつき，部品のばらつきなどの影響で一定の出力電力にすることが困難である．

そこで，出力電力を検出し，参照電圧と比較して負帰還をかけて一定の電力にする機能である．温度や電源電圧の変化による出力電力の変動にも効果がある．

発振器

● **自励発振器**　(self oscillator)

自らの出力を自らの入力に正帰還させて発振させる発振器．ふつう帰還ループのどこかに共振回路をもっている．

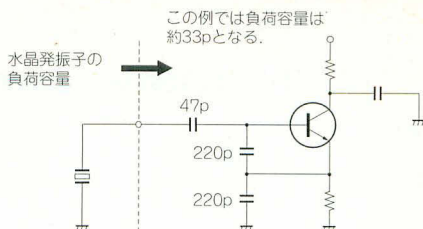
● **水晶発振器**　(crystal oscillator)

水晶発振子を共振器にして発振させる周波数安定度の高い発振器．水晶の結晶軸からの切り出し角度によって温度特性が変わる．DTカットは2次曲線，ATカットは3次曲線になる．移動体通信などではATカットがよく使われている．

● **負荷容量**　(load capacitance)

水晶発振回路の水晶発振子から見た発振回路側のキャパシタンス．

周波数が安定な水晶発振でも回路に付加されている静電容量に依存して周波数が変化する．したがって容量を規定する必要があり，**図2-5**のように水晶発振子の端子から見た容量を負荷容量という．ATカットの水晶発振子では15～50 pFが一般的である．

〈図 2-5〉(9)
負荷容量

● **局部発振器** (local oscillator)

スーパーヘテロダイン方式の受信機が内蔵する周波数変換用の発振回路.

局所的に使う発振器. 無線送受信機などで, 周波数変換などの目的で一定または可変周波数の発振出力を得るのに使う.

● **LO**

[同] →局部発振器

● **局発**

[同] →局部発振器

● **VCO** (Voltage Controlled Oscillator)

電圧制御発振器. 発振周波数を制御端子に加える直流電圧によって変化させることができる発振器.

● **OCXO** (Oven Controlled Xtal Oscillator)

温度制御型水晶発振器. 水晶発振回路を恒温槽に挿入することにより高安定化を図ったもの. ± 0.1ppm 以下の周波数安定度が得られる.

● **TCXO** (Temperature Compensated Xtal Oscillator)

水晶発振回路に温度補償回路を付加することにより高安定化を図ったもの. ± 0.3ppm 以下の周波数安定度が得られる.

● **POCO** (Precision Oven Controlled Oscillator)

高精度の OCXO.

● **VXO** (Variable Xtal Oscillator)

周波数が可変できる水晶発振回路. 水晶発振回路の水晶発振子と直列に適当なインダクタを挿入すると, 基本発振周波数より0.5%程度低い周波数まで可変することができる.

● **VCXO** (Voltage Controlled Xtal Oscillator)

電圧によって周波数を可変することができる水晶発振器. VXOの可変キャパシタンスを可変容量ダイオードに置換したものが一般的である.

● **BFO** (Beat Frequency Oscillator)

SSBの信号を復調するとき, 元のキャリアに相当する信号にするための発振器. 電信の復調のときにも使われ, ビート音を発生させて復調するためこの語源があり, SSB が実用化される前から使われていた.

● **オーバートーン発振回路** (overtone oscillator)

水晶発振子は, 基本周波数だけでなく, 奇数次の周波数にも共振点をもつことを利用し, 奇数次周波数の発振出力を得る回路. 3次, 5次などが一般的である. オーバートーン発振すると, その発振出力には基本波や

その偶数次の周波数成分は現れないので，スプリアスが少ない．

PLL周波数シンセサイザ

● **PLL**　(Phase Locked Loop)

図2-6のように，VCOの出力から直接または分周器を通して位相検波器の片方の入力端子に入力し，もう一方の入力端子に基準発振器の信号を入力して位相検波を行う．

位相検波器の出力信号は，ループ・フィルタを通してVCOをコントロールするフィードバック回路を構成している．

こうして基準発振器の位相にVCOを同期させる．周波数シンセサイザやFM復調器などに利用されている．

● **位相同期ループ**

[同]→PLL

● **周波数シンセサイザ**　(frequency synthesizer)

希望する周波数の信号を合成する回路．一般的にはPLLやDDSによって単一スペクトルの信号を作り出す回路をいう．

● **PLL周波数シンセサイザ**　(Phase Locked Loop frequency synthesizer)

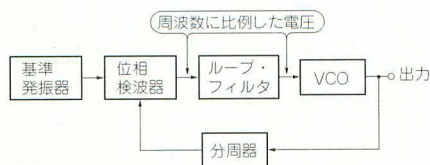
任意の周波数の信号を発生するための回路方式．**図2-7**のようにPLLのVCOと位相比較器の間にプログラマブル・カウンタを挿入して，リファレンス信号の周波数精度を維持したまま，その周波数間隔で出力周波数を変化させることが可能である．

● **PLLシンセサイザ**

[同]→PLL周波数シンセサイザ

● **プリスケーラ**　(prescaler)

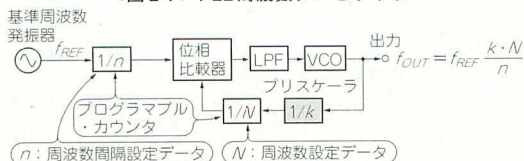
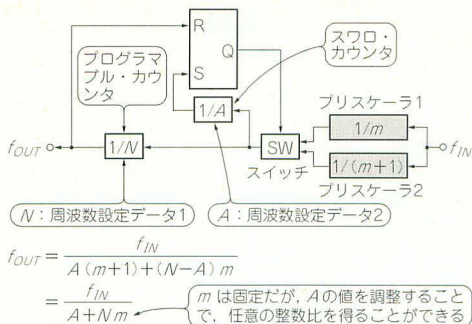
PLLシンセサイザの出力周波数が高くなり，可変分周回路が応答できない場合に，前段に挿入される固定分周比の高速カウンタ．

● **プログラマブル・カウンタ**　(programmable counter)

〈図2-6〉[9]
PLL
(Phase Locked Loop)

〈図2-7〉PLL周波数シンセサイザ

〈図2-8〉デュアル・モジュラス・プリスケーラー

$$f_{OUT}=\frac{f_{IN}}{A(m+1)+(N-A)m}$$
$$=\frac{f_{IN}}{A+Nm}$$

mは固定だが，Aの値を調整することで，任意の整数比を得ることができる

分周比を可変することができる分周器.

● **デュアル・モジュラス・プリスケーラ**　(dual modulus prescaler)

図2-8に示すように，分周比を$1/m$と$1/(m+1)$に切り替えられる分周器と，切り替えタイミングを制御するためのスワロ・カウンタから構成されるプリスケーラ.

通常のプリスケーラでは，PLLの出力周波数を（リファレンス周波数×プリスケーラ分周数）の整数倍でしか可変できないが，本方式ではスワロ・カウンタのカウント数を制御することで，リファレンス・クロック周波数のステップで出力周波数を変化させることができる.

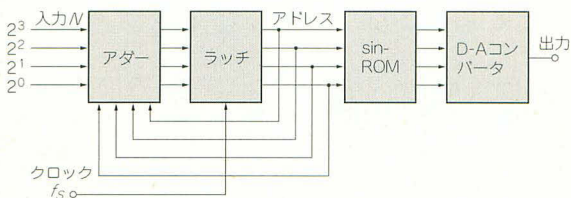
● **パルス・スワロ方式プリスケーラ**　(pulse swallow prescaler)

[参]→デュアル・モジュラス・プリスケーラ

● **DDS**　(Direct Digital Synthesizer)

出力する発振波形をディジタル・データによって合成して作り出す回路．構成例を**図2-9**に示す.

あらかじめメモリしておいたsin波形のデータを取り出して変換出力する方法が一般的である.原理的には出力波形を計算によって作り出すこともできるが，現状では計算スピードが不足で高い周波数の直接合成は困難である.

〈図2-9〉[9] DDSの構成

変調

● **変調の種類** (sort of modulation)

大きく分けてアナログ変調, ディジタル変調, 線形変調, 非線形変調に分類できる. これらを表 2-1 に示す.

● **アナログ変調** (analog modulation)

伝送したい情報がアナログの場合で, その信号を変調する方式. 振幅変調, 周波数変調, 位相変調などがある. 変調波の波形および周波数スペクトラムを図 2-10 に示す.

〈表 2-1〉変調の種類

	アナログ変調		ディジタル変調	
線形変調	振幅変調	AM DSB SSB VSB	振幅変調	OOK
			位相変調(直交系)	BPSK QPSK QAM
非線形変調	周波数変調 積分 ↓↑ 微分 位相変調	FM PM	周波数変調	FSK MSK GMSK

〈図 2-10〉アナログ変調における波形とスペクトラム

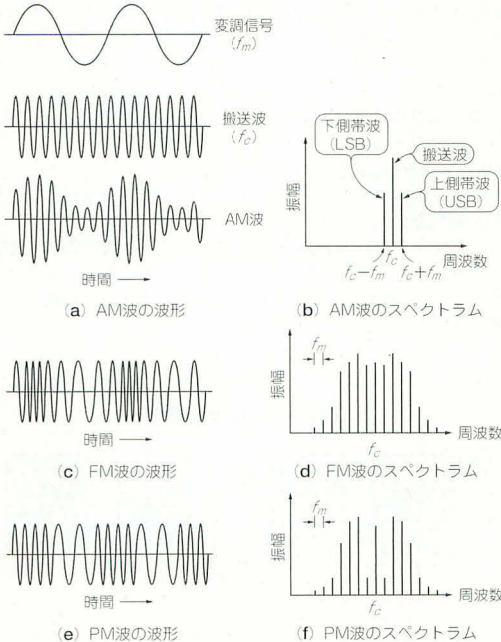
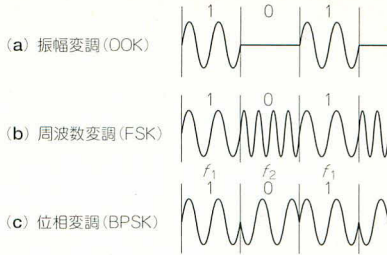
(a) AM波の波形　(b) AM波のスペクトラム

(c) FM波の波形　(d) FM波のスペクトラム

(e) PM波の波形　(f) PM波のスペクトラム

(a) 振幅変調(OOK)

(b) 周波数変調(FSK)

(c) 位相変調(BPSK)

〈図 2-11〉
ディジタル変調

● **ディジタル変調** (digital modulation)

符号化されたディジタル信号を変調する方式. ASK, FSK, PSK などがある.

変調波の波形を**図2-11**に, コンスタレーションを**図2-12**にそれぞれ示す.

● **線形変調** (linear modulation)

変調信号が周波数変換されるだけで, 余分の周波数成分が発生しない変調方式. 振幅変調のように原信号と変調波の関係が線形の関係となっているので, 変調信号の増幅にはリニア・アンプが必要である.

● **非線形変調** (non-linear modulation)

変調信号が周波数変換されるほかに, 周波数成分が変更される変調方式. この場合, 位相, 周波数変調のように原信号と変調波の関係が非線形な関係にあり, 振幅変調のような線形の重ね合わせ関係が成立しない. 変調の信号の増幅には非線形アンプでよい.

● **AM** (Amplitude Modulation)

ベースバンドの振幅を搬送波の振幅に対応させる変調方式.

搬送波は,

$$i = A\cos(2\pi ft + \phi)$$

[i : 搬送波, A : 振幅, f : 周波数, ϕ : 位相]

で表現でき, これらのパラメータの中で振幅Aをベースバンド信号で変

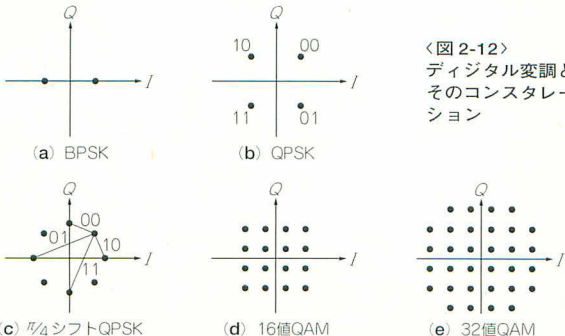
(a) BPSK

(b) QPSK

〈図 2-12〉
ディジタル変調とそのコンスタレーション

(c) π/4シフトQPSK

(d) 16値QAM

(e) 32値QAM

調するもの.

振幅系変調の代表的なもので,中波ラジオ放送はAM変調である.ダイオードなどで簡単に復調できる特徴があるが,送信電力の大半が情報そのものの伝送に寄与しない搬送波であるため効率が悪い.

数式で表すと次のようになる.

$$
\begin{aligned}
i &= I_0 \sin\omega t + I_0 M \sin\omega t \cdot \cos pt \\
&= I_0 \sin\omega t \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{搬送波} \\
&\quad + \frac{1}{2} M \cdot I_0 \sin(\omega - p)t \cdots\cdots\cdots\cdots \text{LSB} \\
&\quad + \frac{1}{2} M \cdot I_0 \sin(\omega + p)t \cdots\cdots\cdots\cdots \text{USB}
\end{aligned}
$$

● **振幅変調**

[同] → AM

● **FM** (Frequency Modulation)

搬送波のパラメータの中で周波数fをベースバンド信号で変調するもの.変調波の波形および周波数スペクトラムを図2-10(c),(d)に示す.

ベースバンドの振幅を搬送波の周波数に対応させる変調方式.

振幅が一定で周波数を変調信号によって変化させる変調方式で,このような波形を解析するとキャリアと多くのサイド・バンドで構成されている.数学的には次のベッセル関数で表される.

$$
\begin{aligned}
i = I_0 [&J_0(m_f) \sin\omega_0 t \\
&+ J_1(m_f) \{\sin(\omega_0 + p)t - \sin(\omega_0 - p)t\} \\
&+ J_2(m_f) \{\sin(\omega_0 + 2p)t + \sin(\omega_0 - 2p)t\} \\
&+ J_3(m_f) \{\sin(\omega_0 + 3p)t - \sin(\omega_0 - 3p)t\} \\
&+ \cdots\cdots]
\end{aligned}
$$

ただし,i:変調波,$I_0 m_f \sin\omega_0 t$:搬送波,J_n:ベッセル関数($n = 0, 1, 2\cdots$),m_f:変調指数,ω_0:搬送波の角周波数,p:変調信号の周波数.

● **周波数変調**

[同] → FM

● **PM** (Phase Modulation)

搬送波のパラメータの中で位相ϕをベースバンド信号で変調するもの.変調波の波形および周波数スペクトラムを図2-10(e),(f)に示す.

振幅一定で,信号の位相を変調信号によって変化させる変調方式.波形的にも数式的にもFM変調と同様となる.

FM変調では変調周波数が変化しても基本的に変調度は変化しないが,周波数は位相の単位時間の変化の割合であることから,位相変調では変調周波数が高いほど変調が深く,変調周波数が低いと変調度も低い相関がある.

したがってプリエンファシスと同様の特性をもっている.直流では変調がかからない.

● **位相変調**

[同] → PM

● **DSB-SC** (Double Side Band Suppressed Carrier)

AM変調からキャリアだけを取り除いたもの.実用的に使われている

ものは少なく，帯域はSSBの2倍になるが，エネルギも2倍になり復調時に必要なBFOの同期回路が簡単にできる特徴がある．

振幅変調波から搬送波成分を除いた変調方式．したがって，上側波帯と下側波帯の両方の成分が得られる．DBMなどで変調した場合に得られる．

振幅変調において，搬送波スペクトラムを抑圧する方式．**図2-13**にスペクトル図を示す．

● **DSB変調**　(Double Side Band amplitude modulation)

［同］→ DSB-SC

● **DSB**　(Double Side Band)

USBとLSBの両方．

● **両側波帯**

［参］→ DSB

● **SSB変調**　(Single Side Band amplitude modulation)

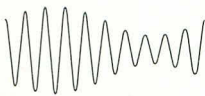
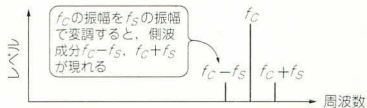
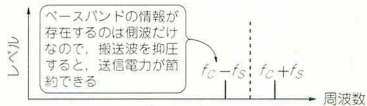
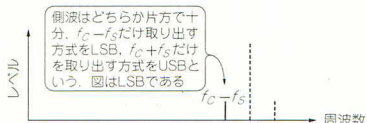
振幅変調波(DSB波)からフィルタなどにより，上側波帯(USB)か下側波帯(LSB)だけを取り出す変調方式．同じベースバンド情報を伝送するのに，AM波に比べ占有周波数帯域が半分，高周波パワーが1/4で済むという特徴をもつ．

PSN方式を使ってもSSB変調波が得られる．

振幅変調において，搬送波，ならびに片方の側波帯を抑圧する方式．**図2-13**(**f**)にスペクトル図を示す．

● **PSN**　(Phase Shift Network)

位相シフト・ネットワーク．入力信号の位相だけを，たとえば+90°だけ回転させるような回路．

〈図2-13〉振幅変調

(a) 被変調波 (AM)　(b) AM変調波のスペクトラム

(c) 被変調波 (DSB)　(d) DSB変調波のスペクトラム

(e) 被変調波 (SSB)　(f) SSB変調波のスペクトラム

● **USB**　(Upper Side Band)

振幅変調波における，搬送波周波数より上の部分．

● **上側波帯**

［同］→ USB

● **LSB**　(Lower Side Band)

振幅変調波における，搬送波周波数より下の部分．

● **下側波帯**

［同］→ LSB

● **単側波帯**

［参］→ SSB

USBまたはLSB．それぞれの帯域．

● **側帯波**　(sideband wave)

上側波や下側波．それらを構成するスペクトル．

● **VSB**　(Vestigial Side Band)

AM変調出力の側波帯の一部を削除した信号．テレビ放送では周波数の有効利用の目的で，**図2-14**のように映像信号の側波帯の一部を削除している．

● **残留側波帯**

［同］→ VSB

● **ASK**　(Amplitude Shift Keying)

ディジタル信号1，0に対して搬送波の有無を対応させるもの．**図2-11(a)**に波形を示す．

ベースバンドのビット情報(0，1)を搬送波の2値振幅(またはON/OFF)に対応させる変調方式．

● **OOK**　(On/Off Keying)

［同］→ ASK

● **FSK**　(Frequency Shift Keying)

ディジタル信号1，0に対して搬送波の周波数f_1, f_2を対応させるもの．**図2-11(b)**に波形を示す．

ベースバンドのビット情報(0，1)を搬送波の2周波数に対応させる変調方式．**図2-15**に波形を示す．

● **周波数変移変調**

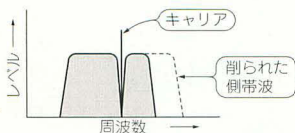
［同］→ FSK

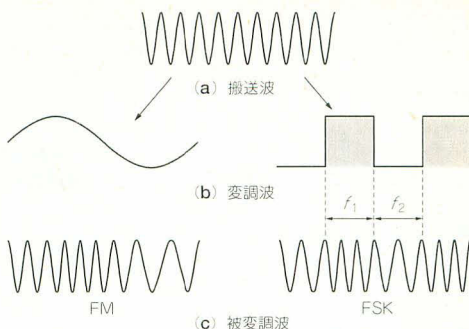
● **周波数シフト・キーイング**

［同］→ FSK

● **PSK**　(Phase Shift Keying)

ディジタル信号1，0に対して搬送波の位相を変化させるもの．

2値または多値のディジタル信号で位相を変化させる変調方式．この

**〈図2-14〉
VSB変調波のスペクトル**

〈図 2-15〉
周波数変調
(FM と FSK)

方式の BPSK ではマークとスペースによって180°位相を切り替えていて, DBM を使って2値の信号で変調すると得られる.

● **位相変移変調**

[同] → PSK

● **BPSK** (Bi-Phase Shift Keying)

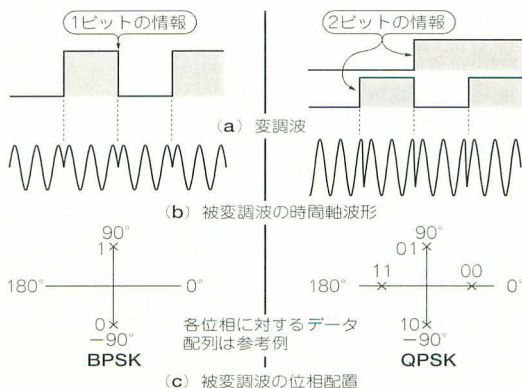
ディジタル信号1, 0に対して搬送波の位相0°, 180°を対応させるもの. **図 2-11 (c)** に波形を示す.

ベースバンドのビット情報 (0, 1) を搬送波の位相 (0°, 180° または +90°, −90°) に対応させる変調方式. **図 2-16** に変調波の波形と位相配置を示す.

● **QPSK** (Quadrature Phase Shift Keying, Quadri-Phase Shift Keying)

BPSKの変調器を二つ用意して, 片方のキャリアの位相を90°ずらして変調して合成して (直交変調) 得られる. 1回の変調で四つの信号状態が

〈図 2-16〉 BPSK と QPSK

基本回路
機能回路
発振器
PLL周波数シンセサイザ
変調
復調
回路方式

得られるので，同時に2ビットの情報を伝送できる．

90°位相の異なる四つの状態に符号を割り振り，変調密度を上げたディジタル変調方式で4PSKとも呼ばれる．普通のPSKに比べて情報を多く送ることができる反面，符号の分解能が減少するのでエラーは増す傾向にある．

ベースバンドのビット情報（00, 01, 10, 11）を搬送波の位相（0°, 90°, 180°, 270°）に対応させる変調方式．**図2-16**に変調波の波形と位相配置を示す．

● 2PSK

［同］→ BPSK

● 4PSK

［同］→ QPSK

● 直交位相変移変調

［同］→ QPSK

● π/4シフトQPSK　（Quadrature Phase Shift Keying）

図2-12(**c**)に示すように信号が配置され，データの情報は信号間の位相遷移により決定される．QPSKのように前と同じ位相状態になることがないので復調回路が簡単になる，振幅変動が小さいなどの特徴があり，増幅器の線形特性が緩和できる．

● QAM　（Quadrature Amplitude Modulation）

QPSKの変調振幅を2値にしたもの．16QAMは**図2-12**(**d**)に示すように16の信号状態が得られるので，1回で4ビットのデータが伝送できる．変調振幅を多値化することにより，32, 64, 128, 256QAMがあり，それぞれ5, 6, 7, 8ビットのデータが伝送できる．

● 16QAM　（16-positions Quadrature Amplitude Modulation）

四つの位相と四つの振幅の状態を組み合わせて合計16の状態を作り，それぞれに符号を割り振って変調密度を上げたディジタル変調方式．同様な方法でさらに変調密度を上げた64QAM, 256QAMなどが実用化されている．

● トレリス変調　（trellis modulation）

格子状変調．16QAMのように，格子状の各点にディジタル・データをもたせた変調方法．

● MSK　（Minimum Shift Keying）

変調指数0.5の位相連続2値FSK．

FSKにおいて，各ビット情報（0, 1）に対応する搬送波周波数差を分離可能な最小値に設定する方式．

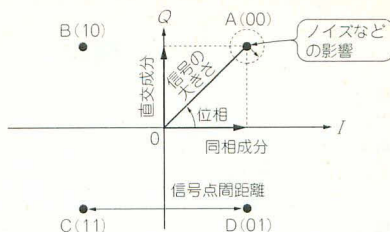
● PCM　（Pulse Code Modulation）

パルス振幅変調．変調信号の振幅を量子化し，その値を符号化するディジタル変調方式．

● *I-Q*コンスタレーション　（I-Q constellation）

直交変調に対し，同相成分をx軸，直交成分をy軸として信号を表したもの．**図2-17**にQPSKの場合を示す．

I成分が0, Q成分が0の場合，信号点はAで示される．この図において点の大きさが大きいということは，それだけ信号にノイズなどが多く

〈図2-17〉
*I-Q*コンスタレーション

含まれていることを意味する．ABCDで示される四角形からは，長方形の場合，長いほうの成分が大きいとか，菱形の場合，直交信号が正確に直交されていないといったようなことが直感的に読み取れる．信号点間の距離は，誤りの起きやすさを示す．

● ***I*成分**　(In-phase component)

信号の基準波に対する同相成分．

● ***Q*成分**　(Quadrature phase component)

信号の基準波に対する直交成分．

● **変調指数**　(modulation index)

FM変調または位相変調において，変調周波数と周波数デビエーションとの比を表す．変調周波数が1kHzでデビエーションが5kHzなら変調指数は5となる．

図2-18のようにベッセル関数の性質上，変調指数によってキャリアやサイド・バンドの成分が0となるヌル点があって，これによって正確なデビエーションを知ることができる．

● **CW**　(Constant Wave, Continuous Wave)

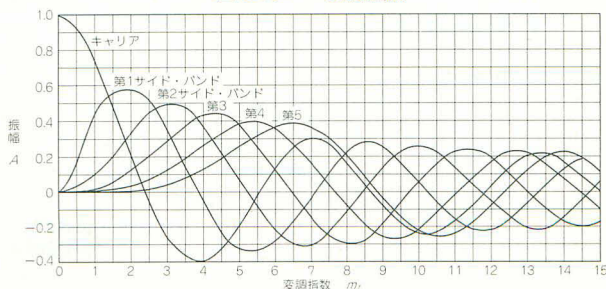
無変調の連続波．無線通信では，無線電信の意味でもある．

連続波．かつては火花放電で作る断続波に対して，真空管などで作る連続波を意味した．現在では無線電信を意味する．

● **CW**　(Carrier Wave)

搬送波．

〈図2-18〉[9]　変調指数

回路方式

復調

● **復調器**　(demodulator)

被変調波から元の信号波を復元するもの.

● **ヘテロダイン検波**　(heterodyne detection)

搬送波と局部発振周波数を混合して得られたうなり周波数を,検波器に加えて低周波信号を取り出す方式.

● **ビート検波**　(beat detection)

[同] →ヘテロダイン検波

● **同期検波**　(synchronized detection)

DSB, SSBにおいて,変調時に除去された搬送波と同一の周波数,位相をもつ局部発振信号を使って,DSB信号との乗積をとって復調する方式.

AM変調のキャリアに同期した信号か,キャリアだけ抜き出した信号とAM変調の信号とを乗算した検波復調方式.原理的に自乗検波のような2次ひずみが発生しない特徴がある.

● **非同期検波**　(non-synchronized detection)

振幅変調波において,包絡線の値だけによって元の情報を復調する方式.

● **自乗検波**　(squared detection)

振幅変調波用の検波方法.出力電圧が入力電圧の2乗に比例するもの,例えばダイオード特性の曲線部分を使う.ひずみは大きいが感度はよい.

AM変調信号を自乗して元の信号を得る検波復調方式.サイド・バンドも自乗させるため,2次ひずみがあり,とくに変調が深いと実用上問題となることがある.

● **2乗検波**　(squared detection)

[同] →自乗検波

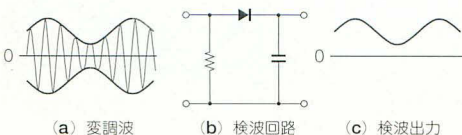
● **直線検波**　(linear detection)

振幅変調波用の検波方法.出力電圧が入力電圧に比例するもの,例えばダイオード特性の直線部分を使う.ひずみは小さいが感度は悪い.

● **包絡線検波**　(envelope detection)

振幅変調波用の検波方法.図2-19に示す.AM信号の包絡線に近い電圧がコンデンサの端子電圧として得られるので,変調信号を検波できる.変調波の直流成分はコンデンサで,搬送波成分は低域フィルタで除去する.

● **ダイオード検波**　(diode detection)

振幅変調波の非線形検波法で,非線形素子としてダイオードを使ったもの.

〈図2-19〉
包絡線検波

● **再生検波** (regenerative detection)

受信信号を正帰還して増幅した後に検波する方式. 少ない素子数で高感度にできる特徴がある. 帰還量を上げすぎると発振してしまうので不安定である.

● **超再生検波** (super-regenerative detection)

再生式では発振ぎりぎりのポイントが一番感度が良い. しかし発振しやすく, この不安定さを改良するため, 発振とぎりぎりの点を可聴周波数以上の周期で繰り返して実質的に安定にする方式である.

この繰り返し周期をクエンチング周期という. AMもFMも受信できる便利な特徴がある反面, 基本的に発振を伴うため, 妨害波を輻射することと, 受信出力の*S/N*があまりよくない欠点がある.

● **クワドラチャ検波** (quadrature detection)

FM信号を二つに分け, 一方は同調回路などの位相回路を通して位相をずらし, もう一方はそのまま乗算器に入力して二つの信号を乗算してFM信号を復調する方法である.

● **直交検波**

[同]→クワドラチャ検波

● **スロープ検波** (slope detection)

FM波の簡易な検波方法. 共振回路の中心周波数の両側は, **図2-20**のように傾き (スロープ) をもつ. この部分を使ってFM波をAM波として検波する復調方法である. 復調感度, 歪率などがあまりよくない.

● **レシオ検波** (ratio detection)

FM信号の復調の方式の一つでコイルとコンデンサの結合によって位相差を作り, ベクトル的に復調する回路方式. コイルの作り方で性能が変わり調整が必要なことから最近は使われることが少なくなった.

● **弁別器** (discriminator)

[参]→ディスクリミネータ

● **周波数弁別器** (frequency discriminator)

[参]→ディスクリミネータ

● **ディスクリミネータ** (discriminator)

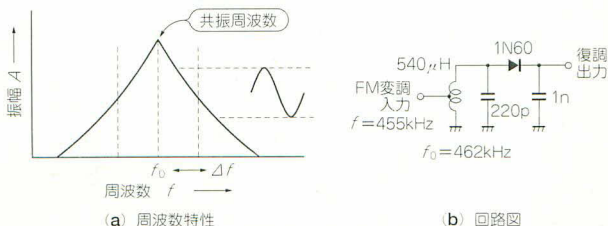
FM検波回路のこと.

● **デビエーション** (deviation)

FM変調波の周波数偏移.

〈図2-20〉 スロープ検波

(a) 周波数特性

(b) 回路図

回路方式

● **スーパーヘテロダイン方式** (super-heterodyne system)

[対]→ホモダイン方式

図2-21のように受信信号と局部発振器の信号をミックスして両方の信号の周波数差を,中間周波数に変換し,それを増幅したあとに復調する受信方式. 現在, もっともよく使われている.

高周波と中間周波の二つの周波数を使って信号を増幅するため,ストレート方式に比べて安定に動作する.

スーパーヘテロダイン検波ともいう.ヘテロダインとは周波数を変換することを意味し,スーパーヘテロダインの名称は,可聴周波数より高い中間周波数(super sonic)へ変換することにちなむ.

受信信号をいったん中間周波信号に変換することによって,広い動作周波数範囲を要する回路を最小限に抑え,安定動作と選択特性の改善を図った受信方式. 現在の無線受信機の標準方式.

● **ダブル・スーパーヘテロダイン方式** (double super-heterodyne system)

二つのIF周波数をもち,周波数変換を2回行う方式. イメージ妨害特性を改善することができる.

● **ダイレクト・コンバージョン方式** (direct conversion system)

図2-22のように高周波信号と同じ周波数の局部発振信号をミックスして,直接 低周波信号を取り出す受信方式. 回路構成がシンプルでIFフィルタを必要としない.

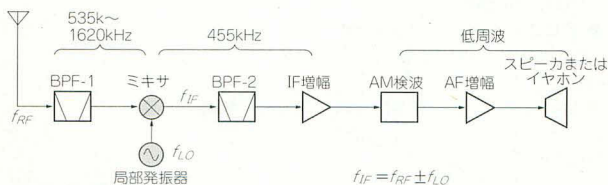
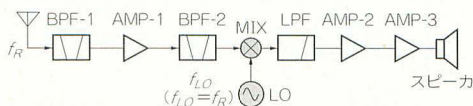
● **ホモダイン方式** (homodyne system)

[同]→ダイレクト・コンバージョン方式

[対]→ヘテロダイン方式

● **再生増幅** (regenerative amplification)

信号を正帰還して増幅する方式.

〈図2-21〉[9] **スーパーヘテロダイン方式**

〈図2-22〉 ダイレクト・コンバージョン方式

● レフレックス方式 (reflex system)

高周波信号を増幅回路で増幅したあとに検波して低周波信号を得て，その低周波信号を再び高周波増幅で使った増幅回路の入力に戻して増幅する方式．増幅回路は高周波増幅と低周波増幅の二つの役割を担う．

● ヘテロダイン方式 (heterodyne system)

[参]→スーパーヘテロダイン方式

入力信号の周波数を異なる周波数に変換する方式．

● ストレート方式 (straight system)

入力信号をそのままの周波数で増幅したあと，検波する方式．ホモダイン検波，ダイレクト・コンバーション方式などがこれにあたる．

● RZ-SSB (Real Zero SSB)

信号レベルと同等以上のキャリアを付加したSSB信号は，位相方向にも変調信号の情報をもっていて，FM検波すれば元の変調信号が取り出せる．この方式をRZ-SSBという．

受信側でリミッタがかけられるのでフェーディングに強く狭帯域という特徴があるが，FM検波のときにひずみも含まれるのでリニアライザが必要である．

● リンコンペックス方式 (linconpex system；linked compressor and expander system)

短波無線通信のフェージング軽減と*SN*比の改善に有効な方式．短波無線通信では電離層の状態によって受信信号の振幅が大きく影響を受けるが，周波数は影響を受けない特徴を利用したもの．

音声信号の250Hz～3000Hzの周波数帯域を二つの帯域（A：250～2750Hz，B：2850～3000Hz）に分ける．帯域Aを音声信号の周波数伝送用とし，帯域Bを音声信号の包絡線波形の伝送用とする．

帯域Aの音声信号をコンプレッサによって振幅一定の信号T_Aに変換する．音声信号の包絡線の伝送には信号波の振幅ゼロに対して2850Hz，最大振幅に対して3000HzとなるようなFM変調信号T_Fを使う．

これらT_A信号とT_F信号によって搬送波をAM変調し，SSB波を得て送信する．

受信側ではリミッタによってフェージングによる振幅変化を除去する．検波してT_AとT_Fを取り出し，それらを分離する．さらにT_F信号を復調して包絡線信号Eを取り出す．

T_AとEからもとの音声信号を復調する．

● ACSB (Amplitude Compressed Single side Band)

SSB信号を数十dB圧縮して送信し，受信側で伸張して元のSSBに戻して復調する方式．圧縮したことによってフェーディングの影響を受けにくくなり，狭帯域の利点があるが基本的にSSBのため高い周波数安定度が要求される．

● 動作級 (operating class)

高周波電力増幅回路では，用途に応じて能動素子の動作点を設計する．それぞれの動作点に応じて，A級，AB級，B級，C級などと呼ばれる動作級がある．ディジタル的なスイッチング動作をするD級，E級，F級などもある．

低周波高周波を問わず小信号増幅回路ではA級が使われ，低周波の電力増幅回路ではA，AB，B級が使われる．高周波電力増幅回路ではAB，B，C級がよく使われる．数MHz以下の大電力増幅回路ではD級増幅回路が使われることがある．

● 動作クラス

［同］→動作級

● A級 (class A)

動作点を交流負荷線のちょうど中央になるように設計した動作級．こうすると無ひずみの最大出力が得られる．A級増幅は，理論上の最大電力効率 $\eta_{MAX} = 1/2 = 50\%$ だが，現実にはトランジスタの特性や周辺回路部品の制約から $\eta = 30 \sim 40\%$ 程度になる．

歪は少ないが，電力損失が多く，発熱するので，高周波電力増幅にはほとんど使われない．おもに低周波や高周波の小信号回路に使われる．

● AB級 (class AB)

A級とB級との中間的な動作点に設定した動作級．A級動作に比べてやや歪みが多いものの，B級より歪みが少なく，電力効率が良い．低周波の電力増幅回路や高周波の直線電力増幅回路に使われる．具体的にはSSB送信機の電力増幅回路などに多く使われている．

● B級 (class B)

入力波の正の半サイクルまたは負の半サイクルでだけ増幅動作するよう動作点を設定した動作級．理論上の最大電力効率 η_{MAX} は $\pi/4 \fallingdotseq 78.5\%$ が得られる．実際の回路では $\eta = 40 \sim 60\%$ 程度である．

● C級 (class C)

入力波の正の半サイクルの一部または負の半サイクルの一部でだけ増幅動作するよう動作点を設定した動作級．理論上の最大電力効率 η_{MAX} は100%，実際の回路では $\eta = 60 \sim 80\%$ 程度である．

出力に共振回路のある高周波電力増幅回路で使われる動作級である．出力には多くの高調波が含まれるので，周波数逓倍回路にも使われる．

おもにFM通信機の電力増幅回路などに使われている．出力波形はひずみが多いので，低周波電力増幅では使われない．

◆第2章の参考・引用文献は69ページに記載◆

第3章

データ通信，無線通信，多重方式，電波伝搬，光通信，移動電話

通　信

渡辺明禎／渕上賢二／濱田倫一／櫻井紀佳／宇仁茂義

データ通信

● **ASCII**[12]　(American Standard Code for Information Interchange)

情報交換用の文字コード・セットの一つ．国際アルファベットIA No.5の米国バージョンである．**表3-1**に示す．IA No.5は，ITU-T勧告

〈表3-1〉
IA No.5符号表
（ASCIIコード）

下位ビット				上位ビット								
				b_7	0	0	0	0	1	1	1	1
				b_6	0	0	1	1	0	0	1	1
				b_5	0	1	0	1	0	1	0	1
b_4	b_3	b_2	b_1		0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	TC7 (DLE)	スペース	0	@	P		p
0	0	0	1	1	TC1 (SOH)	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	TC2 (STX)	DC2	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	TC3 (ETX)	DC3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	TC4 (EOT)	DC4	$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	TC5 (ENQ)	TC8 (NAK)	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	TC6 (ACK)	TC9 (SYN)	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	TC10 (ETB)	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	FE0 (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	FE1 (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	FE2 (LF)	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	FE3 (VT)	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	12	FE4 (FF)	IS4 (FS)	,	<	L	\	l	|
1	1	0	1	13	FE5 (CR)	IS3 (GS)	−	=	M	]	m	}
1	1	1	0	14	SO	IS2 (RS)	.	>	N	^	n	~
1	1	1	1	15	SI	IS1 (US)	/	?	O	_	o	DEL

T.50およびISO標準IS-646のなかで同一内容が標準化されている．情報(アルファベット・キャラクタ)は7ビットで構成され，1ビットのパリティ・ビットを付加して，8ビットで伝送されることが多い．

● **EBCDIC** (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code；エビシディック)

IBM社の大型計算機用の文字コード・セット．

● **IA No.5**

[参]→ASCII

● **ハンドシェイク**[11] (handshaking)

ハンドシェイクとは相手を確認して行う人間の握手と同様，確実にデータが伝達されることを目的とした伝達手段のことである．周辺LSIに接続される周辺機器の動作スピードはいろいろで，単なるデータのやりとりだけでは，データが正しく伝達されない．そこで，各種周辺機器の応答時間に対し，調整できるようデータの送出側と入力側をレディ信号，ストローブ信号というコントロール信号で結び，制御する．

例えば，**図3-1**のように周辺LSIがデータの送出側である場合，周辺機器に対しデータを送出すると，データが準備され送出したことを知らせるレディ信号を送出する．周辺機器において，レディ信号が入力されるとデータが送られてきているのがわかるので，データを受け取ったことを示すストローブ信号を返してやる．一定期間ののち，ストローブ信号を元に戻すと送出側では送ったデータが確実に伝わったことがわかるので，レディ信号を元に戻し，次のデータの送出に移っていく．

● **半二重**[12] (half duplex)

2点間でデータ信号伝送を行う場合に，論理的に1本の信号線を使用して双方向の通信を行うもの．同時に両方向の通信ができない．

● **全二重**[12] (full duplex)

2点間でデータ信号伝送を行う場合に，論理的に2本の信号線を使用して双方向の通信を行うもの．同時に両方向の通信が可能である．

● **フル・デュープレックス**

[同]→全二重

● **ハーフ・デュープレックス**

[同]→半二重

● **パリティ・チェック**[12] (parity check)

データ通信やコンピュータのメモリ内容のエラーの有無を調べるための奇偶検査のこと．

バイト・ワードまたはデータ・ビット長ごとに，データ内容のすべてのビットについて2を法とする加算(モジュロ2)を行い，結果をパリティ・ビットとして伝送データに付加またはパリティ・メモリに書き込む．受信または読み出し時に同様の演算を行い，このビットと比較する

〈図3-1〉[11]
ハンドシェイク

ことによってエラー有無を判断する．もし，エラーが生じたと判断した場合，再度送信を求めたり，データの読み出しを試行することになる．

● **RS-232-C**

現在のEIA-232規格．

● **RS-422**

現在のEIA-422規格．

● **RS-423**

現在のEIA-423規格．

● **EIA-232** (12)

EIAによって制定されたシリアル2進データ伝送方式のインターフェース規格．テレプリンタ，パーソナル・コンピュータ，モデムをはじめとして現在，中低速データ通信機器にもっとも広く普及しているインターフェースの一つである．

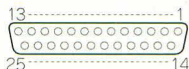
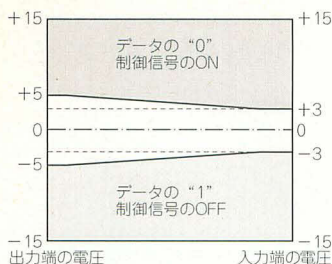
EIA-232のおもな規定内容は，DTE/DCE間の接続は差し込み型25ピン・コネクタで行われること，推奨ケーブル長は15m以下であること，相互接続回路として22の回路機能が定義されていることなどである．

EIA-232とCCITT（現ITU-T）勧告V.24/V.28，JIS X5101（旧JIS C 6361）とは機能的に互換性がある．ただし，V.24は接続回路とピン配置，V.28は電気的特性だけが記述されており，これにISO2110の機械的特性を加えてEIA-232と等価となる．

〈表3-2〉(15)　EIAで規定されているインターフェース・コネクタのピン割り当てと信号の方向（DTE側）

ピン番号	JIS記号	慣用略号	信号方向 DTE-DCE	名　称	種　別
1	－	PG	－	保安用接地	
2	SD	TxD	→	送信データ	データ
3	RD	RxD	←	受信データ	データ
4	RS	RTS	→	送信要求	制御
5	CS	CTS	←	送信可	制御
6	DR	DSR	←	データ・セット・レディ	制御
7	SG	GND	－	信号用接地線	
8	CD	DCD	←	キャリア検出	制御
12	BCD		←	バックワード・チャネル・キャリア検出	
13	BCS		←	バックワード・チャネル送信可	
14	BSD		→	バックワード・チャネル送信データ	
15	ST2	TxC2	←	送信信号エレメント・タイミング（末端）	タイミング
16	BRD		←	バックワード・チャネル受信データ	
17	RT	RxC	←	受信信号エレメント・タイミング	タイミング
19	BRS		→	バックワード・チャネル送信要求	
20	ER	DTR	→	データ端末レディ	制御
21	SQD		←	データ信号品質検出	
22	CI	RI	←	被呼表示	制御
23	SRS		▲	データ信号速度選択	
24	ST1	TxC1	→	送信信号エレメント・タイミング（本体）	タイミング

▲規定では回路により方向が異なる．

13　1
25　14

〈図 3-2〉[15]
信号と電圧レベルの対応

Dサブ25ピン・コネクタの信号割り当てを**表3-2**に，電気的特性の抜粋を**表3-3**に，信号と電圧レベルの対応を**図3-2**にそれぞれ示す．EIA-232の最新版はEIA/TIA-232-Eである．

● EIA-422[12]

EIAによって制定されたシリアル2進データ伝送方式のインターフェース規格であり，EIA-232よりも高速長距離のデータ伝送を目的としたものである．EIA-422は，平衡型通信線によるインターフェース規格であり，EIA-423は不平衡型通信線によるインターフェース規格である．DTE-DCEインターフェース間の接続は差し込み型37ピン・コネクタで行われ，最高10Mbps，数kmまでの伝送が可能である．

EIA-422/423は，電気的特性はCCITT勧告V.10/V.11，機械的特性はISO4902と機能的互換性がある．EIA-422/423の最新版はそれぞれEIA-422-B，EIA-423-Aである．

● EIA-423

[参]→EIA-422

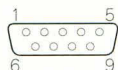
● EIA-574

9ピンのDサブ・コネクタを使用する非同期シリアル・コミュニケーションに関するインターフェース規格．IBM-PCで採用されたシリアル・インターフェースをもとに，25ピンのDサブ・コネクタを使用する同期/非同期シリアル・コミュニケーションに関するEIA-232（旧RS-232）規格との混同を避けるために1991年に制定された．

ピン配置を**表3-4**に示す．

	項　目	EIA-232
ドライバ	無負荷出力	≦25V
	負荷出力	5V～15V
	短絡出力電流	≦500mA
	パワーオフ時特性	≧300Ω
レシーバ	入力抵抗	3kΩ～7kΩ
	ヒステリシス	±3V
	入力最大電圧	±25V
最大ケーブル長		15m
最大伝送速度		20kbps
動作方式		不平衡

〈表 3-3〉[15]
EIA-232の電気的特性

〈表3-4〉(15)
PC/AT互換機のシリアル・ポートのコネクタ

ピン番号	I/O	信号名	備　考
1	I	DCD	キャリア検出
2	I	RxD	受信データ
3	O	TxD	送信データ
4	O	DTR	データ端末レディ
5	−	GND	グラウンド
6	I	DSR	データ・セット・レディ
7	O	RTS	送信要求
8	I	CTS	送信可
9	I	RI	被呼表示

コネクタ形状／Dサブ9ピン(オス)

● **カレント・ループ**(12)　(current loop)

シリアル信号伝送インターフェースとして,20mA程度の電流信号によりデータ伝送を行う方式である.本方式は公的規格ではないが,回路構成が簡便であること,距離的には長く引き回せること(低速ならば1km程度)から,伝送速度が遅くともかまわない所には広く使われている.

カレント・ループは元来は機械式のテレタイプを接続するために使用されていたもので,通常,フォト・カプラによる絶縁回路と組み合わせて使用される.

● **プロトコル**(12)　(protocol)

一般的な用語としては,電気通信回線を通して接続される通信機器の間で円滑に通信を実行するための取り決めをいい,通信規約と訳される.

通信を実現するためには,疎通する情報の形式とその情報を疎通するための手順を定める必要があり,これらを1セットにしてプロトコルが規定される.

● **無手順**(12)　(non-procedural)

プロトコルで規定すべき要件である情報形式と伝送制御手順について特別な取り決めをしないで情報の伝送を行う方式である.送信側は回線が接続状態になっている条件のもとで任意の時点で送信を開始することができ,受信側では常時受信待機状態として通信を行う.このような通信方式を自走方式(フリー・ランニング方式)と呼ぶ.

フリー・ランニング方式では,全二重回線(同時に送信と受信ができる回線)を使った場合の異常検出方法として,回線異常の発生が送信/受信同時に発生するという仮定のもとに受信側の回線監視をしておき,受信回線の異常時に送信を停止するという手順が使われることがある.

無手順ではプロトコルで規定する要件についての厳密な取り決めは規定しないが,このように簡単な手順を付加することがあり,また無手順で伝送する情報を使用するプロセスにおいて,情報形式の規定や誤り発生時の回復手順などを準備するのが一般的である.

● **BSC手順**(12)　(Binary Synchronous Communication)

制御キャラクタを使って,キャラクタを基本構成要素とする情報ブロックの伝送を制御する伝送制御手順の一つであり,コンピュータ通信に最初に使われた手順である.正式名称は,基本形データ伝送制御手順であり,ISOおよびJISで標準化されている.この基になったのがIBM

のBSC手順で，俗称として残っている．

回線方式には，ポーリング/セレクティング方式と，コンテンション方式がある．BSC手順で使用されるコードはIA.No.5やEBCDICであり，伝送制御は，これらのコードで規定される伝送制御キャラクタ（TCキャラクタ）を使用する．わが国で広く使われている全銀手順やJCA手順はこの手順に属する．

● **ボー・レート**　(baud rate)

変調速度．単位はbaud（ボー）．

通信分野において通信速度に関連する単位としてよく使われるものに，bpsとボーがある．bpsは，ビット伝送速度を表す単位であり．1秒間に伝送されるビット数を表す．ディジタル伝送で使われる．

ボー（baud）は変調速度を表す単位であり，秒で表した最短変調周期をTとするとき，Bbaud＝$(1/T)$ 秒で定義される．

● **bps**　(bits per second)

1秒間に伝送されるビット数，つまりビット伝送速度を表す単位．1回の変調でnビット伝送した場合，

$$X\,[\text{bps}] = n \times B\,[\text{baud}]$$

の関係がある．

● **ボー・コード**　(Baudot code)

テレタイプ通信で使われる文字コード・セット．5ビットでアルファベット，数字，記号などを表す．

● **モデム**[12]　(modem)

変復調を行う装置．modulationとdemodulationからなる造語である．

〈表3-5〉Vシリーズ勧告で規定されているおもなモデム

ITU-T勧告番号	モデムの種別
V.21	300bps全二重モデム
V.22	1200bps 2線式全二重モデム
V.22 bis	2400bps 2線式全二重モデム
V.23	600/1200bpsモデム
V.26	2400bps 4線式全二重モデム
V.26 bis	2400/1200bpsモデム
V.26ter	エコー・キャンセラ方式による2400/1200 bps 2線式全二重モデム
V.27	4800bps手動イコライザ付きモデム
V.27 bis	4800/2400bps自動イコライザ付きモデム
V.27 ter	4800/2400bpsモデム
V.29	9600bps 4線式全二重モデム
V.32	9600bps 2線式全二重モデム
V.33	14400bps 4線式全二重モデム
V.34	28800bps 2線式全二重モデム
V.32 bis	4800～14400bps 2線式全二重モデム
V.35	48000bps群帯域モデム

一般に，変復調は効率を考慮して1ビットごとに行うのではなく，数ビットをまとめて行う方式が採られている．たとえば，2ビットまとめて変調を行う場合には，2ビットで表現される4種類（00，01，10，11）の各信号に対応した4種類のアナログ信号の状態に変換される．1秒間に行う変調回数を変調速度といい，その単位にはボー（baud）を使う．モデムには，変調方式や通信速度に応じて多くの種類があるが，おもなものはITU-TのVシリーズ勧告で**表3-5**のように標準化されている．

変復調を行う装置．Modulator（変調器）とDemodulator（復調器）の合成語である．主にディジタル信号を電話回線で送るために使う．

● **ATコマンド**[12]　（AT command）

モデム制御のためのコマンド．

Hayes社（米国）が自社用モデム（3線式）に搭載した独自のコマンド方式が，使い勝手のよさで好評を博し，各社の製品に採用された．コマンドの先頭に“AT”をつけるところからATコマンドと呼ばれる．

コマンド・オプションが多くても，1行で用が足りる利点をもつ．ただし，新製品の発売の都度，随時拡張されていくので，基本的な機能以外はサポート内容をモデムごとに確認して使用する必要がある．またコマンド実行に対するレスポンスもオプション機能によりさまざまである．**表3-6**に代表的な使用例を示す．

● **MNP**[12]　（Microcom Networking Protocol）

モデム・メーカの米国Microcom社が提唱したモデム間でのエラー訂正プロトコル．

QAMやトレリス・コーディングの導入で，モデム間の伝送速度に余裕ができたことから，冗長な容量を使ってモデム間でのエラー検出，訂正を行い，実質的な伝送速度を上げることをめざしている．MNPは，その機能範囲により**表3-7**の九つにクラス分けされる（クラス8はない）．ク

〈表3-6〉[12]　ヘイズATコマンドの代表的な例

機　　能	コマンド	パラメータ
オート・ダイヤル	D	ダイヤル番号
手動応答	A	
結果コードの返送選択	Q	返送の有無
コマンド・エコー	E	コマンドのエコーバック有無
データ・エコー	F	データのエコーバック有無
結果コードの種類	V	種類
結果コードのモード	X	モード設定種別
モニタ・スピーカの動作	M	動作種別
オンフック／オフフック	H	種別
初期設定	Z	
モデム機能の選択	B	CCITT/BELL選択
キャリア制御	C	送出キャリアON/OFF
エスケープ	＋＋＋	
データ通信モードへの復帰	O	

〈表 3-7〉 MNPのクラス

クラス	モデム	通信方式	特筆すべき技術
1	V.22bis	非同期半二重	
2	V.22bis	非同期全二重	
3	V.22bis	同期全二重	
4	V.22bis	同期全二重	適応パケット化, データ・フェーズ最適化
5	V.22bis	同期全二重	クラス4＋データ圧縮
6	V.22bis, V.29	同期全二重	クラス5＋ユニバーサル・リンク・ネゴシエーション＋統計的全二重
7	V.22bis, V.32Turbo	同期全二重	クラス4＋拡張データ圧縮
9	V.22bis, V.32Turbo	同期全二重	クラス7＋最大38.4kbpsの伝送＋拡張ユニバーサル・リンク・ネゴシエーション
10			移動体通信用

ラス5以上ではデータ圧縮機能が追加され, 伝送効率が向上している.

● **Xモデム**[12] (X modem)

名前からすると, いかにもモデムの一方式のように思えるが, これはモデムではない. じつはXMODEMは通信プロトコルである.

データ・ファイルを一定の長さごとに区切られたブロックごとに番号をつけてエラー検出用のデータを付加して送信し, 受信側ではエラーがないことを確認したうえで受信確認の符号(ACK)を返す. エラーがあったり規定時間内にブロックの受信ができないときは, 未受信(NACK)を返すので, 送信側はブロックを再送する. 多くのパソコン通信ネットがアップ・ロードやダウン・ロードのためにXMODEMをサポートしている. 電話網のような通信ネットワークでは, 俗にいわれる混線や雑音混入の影響を受け, 伝送エラーを起こすことがしばしばある.

まとまった大きさのデータやドキュメントのファイル転送を行う場合, この伝送エラーが問題となる. また, 使用している通信ネットワークによっては, 文字以外のデータを伝送すると, ネットワークが特殊な意味に解釈して動作し, トラブルを生ずることがある.

なお, もともとXMODEMは米国のChristensen氏らが開発したソフトウェアであり, 米国で著作権を放棄したいわゆるパブリック・ドメイン・ソフトウェアである.

● **Yモデム** (Y modem)

Xモデムを改良して, 双方向の伝送を効率よく実行するようにしたもの.

● **Zモデム** (Z modem)

Xモデムを改良して, データ圧縮により転送時間短縮を図ったもの.

● **CCITT** (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique ; 仏語)

(The International Telegraph and Telephone Consultative Committee ; 英語)

現在のITU-T.

● **ITU** (International Telecommunication Union)

国際電気通信連合.

● **ITU-T**　(International Telecommunication Union-Telecommunication sector)

国際電信電話諮問委員会.国際間の電気通信業務を円滑に行うための技術,運用,料金の問題を研究するITUの常設機関. ITUの構成員である各国政府および国を代表する電気通信事業者として「認められた私企業(RPOA)」がメンバであり,オブザーバとして各種国際機関,主要工業団体やメーカも参加している.

ITU-Tは,各国の電気通信業務の運営形態に係らず,実際の運用当事者相互間の協議調整の場という色彩が濃い. ITU-Tの運営は4年ごとの会期に分かれており,各研究組織の審議結果は4年に1度の総会で採択され,その標準規格は「勧告」として表明される.

● **Xシリーズ勧告**

ITU-Tによるデータ通信網に関する勧告.

● **Vシリーズ勧告**

ITU-Tによるモデムに関する勧告.

● **Tシリーズ勧告**

ITU-Tによる端末に関する勧告.

● **Iシリーズ勧告**

ITU-TによるISDNに関する勧告.

● **コーデック**[12]　(CODEC)

符号化/復号化を行う装置.情報源の種類に応じて,音声コーデックやビデオ・コーデックがある.伝送の効率化のための情報の圧縮もコーデックで行われる.

符号化装置(coder)と復号装置(decoder)を合わせた造語.ディジタル・コードの変復調装置.

● **NCU**[12]　(Network Control Unit)

網制御装置のこと.データ端末からのコマンドや制御信号,あるいは電話網からの電流や信号音(ダイヤル・トーン,音など)にしたがって,発着信やダイヤル制御を行う.電話網用のモデムはほとんどがNCUを内蔵している. NCUは,発着信の機能別にAA, MA, MMの3種類に分類できる.**表3-8**に示す.

● **AA**　(Automatic originate Automatic answer)

[参]→NCU

● **MA**　(Manual originate Automatic answer)

[参]→NCU

● **MM**　(Manual originate Manual answer)

[参]→NCU

● **PCM**[12]　(Pulse Code Modulation)

〈表3-8〉[12]
NCUの発着信機能の種類

名称	機　能
AA	自動発信/自動着信
MA	手動発信/自動着信
MM	手動発信/手動着信

パルス符号化変調．入力信号の波形を忠実に伝えるため，入力信号帯域の2倍以上（ナイキストの定理）の周波数で波形をサンプリングし，A-D変換してディジタル伝送する．

ディジタル化された電話回線では，4kHz帯域，8kHzサンプリング，8ビット（256値）による64kbps-PCMが標準的に使われている．また，CDやDATの音楽録音にもPCMが使われている．

● **ISDN**[12]　（Integrated Services Digital Network）

サービス総合ディジタル網の略．伝送，交換ともにディジタル化され，1本の加入者インターフェース回線によって，音声通話，およびディジタル回線交換などの非音声系サービス（データ・画像・映像など）を利用することが可能となるネットワークである．特徴としては．下記があげられる．

▶ 1インターフェースで複数チャネルの通信，複数の通信サービスが可能となる．

▶ 情報チャネルと信号チャネルが分離・独立しており，情報通信中に，制御用信号を自由にやりとりできる．

● **HDLC**[12]　（High level Data Link Control）

ISO（国際標準機構）で標準化されている伝送制御手順であり，X.25をはじめとして広く普及している手順である．フラグ同期とCRCの使用により，ビット透過性や信頼性に優れた伝送制御手順であり，フレーム（**図3-3**）と呼ばれる情報単位を使ってウインドウ方式のフロー制御手順により効率的な伝送が実現される．

● **SDLC**[12]　（Synchronous Data Link Control）

IBMで開発され，HDLC標準化の基礎となった伝送制御手順である．HDLCの不平衡形正規応答モード・クラス（NRM）の標準化はSDLCの概念，構成を基本に行われた．

● **IEEE-488**[12]　（アイ・トリプル・イー488）

おもにコンピュータと計測器との間を接続するために制定されたインターフェース規格．元来は米国ヒューレット・パッカード社で開発された社内規格HP-IBである．これをベースとしてIEEEで標準化された．GP-IBとも呼ばれている．**図3-4**にコネクタと信号配置を示す．

最高1Mバイト/秒の伝達速度をもつ8ビット・パラレル信号伝送インターフェースで，信号線は8本のデータ線，3本のハンドシェイク線と5本の管理線などからなり，コネクタは24ピンを使用している．

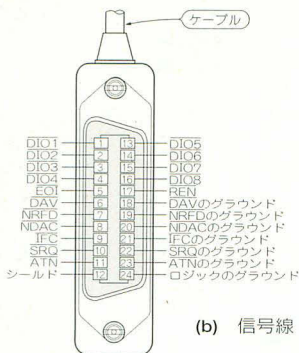
GP-IBは国連の下部機構であるIECでも標準化された．IEEE標準とは電気的仕様は同じだが，コネクタ形状およびピン配置が異なる．

8ビット	8ビット	（注）8ビット	8×nビット	16ビット
F	A	C	I	FCS

F：フラグ・シーケンス
A：アドレス・フィールド
C：制御フィールド
I：情報フィールド
FCS：フレーム・チェック・シーケンス

（注）拡張モードの場合16ビットとなることがある

〈図3-3〉[12] **HDLCのフレーム構成**

〈図 3-4〉[12]
IEEE-488 のコネクタと信号配置

(a) コネクタ

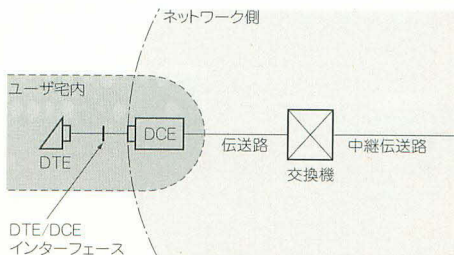
ピン番号	信号名	機　能
1	$\overline{\text{DIO1}}$	データ・バス
2	$\overline{\text{DIO2}}$	データ・バス
3	$\overline{\text{DIO3}}$	データ・バス
4	$\overline{\text{DIO4}}$	データ・バス
5	$\overline{\text{EOI}}$	end or identity
6	$\overline{\text{DAV}}$	data valid
7	$\overline{\text{NRFD}}$	not ready for data
8	$\overline{\text{NDAC}}$	not data accepted
9	$\overline{\text{IFC}}$	interface clear
10	$\overline{\text{SRQ}}$	service request
11	$\overline{\text{ATN}}$	attention
12	シールド	ケーブルのシールド
13	$\overline{\text{DIO5}}$	データ・バス
14	$\overline{\text{DIO6}}$	データ・バス
15	$\overline{\text{DIO7}}$	データ・バス
16	$\overline{\text{DIO8}}$	データ・バス
17	$\overline{\text{REN}}$	remote enable
18	グラウンド	$\overline{\text{DAV}}$ 用
19	グラウンド	$\overline{\text{NRFD}}$ 用
20	グラウンド	$\overline{\text{NDAC}}$ 用
21	グラウンド	$\overline{\text{IFC}}$ 用
22	グラウンド	$\overline{\text{SRQ}}$ 用
23	グラウンド	$\overline{\text{ATN}}$ 用
24	グラウンド	論理信号共通

● **IEC**　(International Electrotechnical Commission)
国際電気標準会議.

● **GP-IB**　(General Purpose Interface Bus)
[参] → IEEE-488

● **HP-IB**　(Hewlett Packerd Interface Bus)
[参] → IEEE-488

● **DTE**[12]　(Data Terminating Equipment)
データ通信用端末装置一般の呼称で, 通信網の側からみた端末の意味である. データ信号を網側から受信したり, 情報源からデータ信号を送信したりする装置で, 主としてデータ伝送用回線に直接付属したDCE (モデムや通信制御など) に対して接続される端末それ自体をDTEと呼ぶ. 図 3-5 に示す.

〈図 3-5〉[12]
DTE と DCE

● **DCE**[12] (Data Circuit Terminating Equipment, Data Communication Equipment)

通信網と端末(DTE)との網側のインターフェースを形成する装置のことである.線路上信号と端末内信号との変換,線路上信号から情報信号と制御信号を分離して端末へ渡すこと(およびその逆),端末へのクロック信号供給,テスト・ループ機能が主たる役割である. **図3-5**に示す.

● **CRC**[13] (Cyclic Redundancy Check)

同期式伝送の場合に多く使用される誤り検出方式で,巡回符号方式とも呼ばれる.

この方式は,送るべきデータ列を高次の多項式(メッセージ多項式と呼ぶ)とみなし,これをあらかじめ定められた生成多項式(Checking Polynomial)で割る. そして,その余り(BCC:Block Check Code)をデータのあとに付加して送信し,受信側では,同じ生成多項式を使って割り算を行い,余りがなければ伝送されたデータは正しいと判断する.

無線通信

● **微弱電波** (weak radio wave)

微弱電波とは,免許や技術適合証明を取得する必要がなく,周波数,変調方式,および通信方式の制約もないため自由なシステムの設計が可能で,音声,データ伝送の応用機器に幅広く使われている.

電波法では,発射する電波が著しく微弱な無線局として,次のように定めている.

▶ 無線設備から3mの距離において,電界強度が**表3-9**に示す値以下のもの.

▶ 無線設備から500mの距離において,電界強度が200 μV以下のものであって,郵政大臣が用途,電波の形式,周波数を定めて告示するもの.

▶ 測定用小型発振器.

● **チャネル** (channel)

無線通信の個々の通信路. または通信路として設定した周波数帯域.

● **シンプレックス** (simplex)

送信と受信を切り替えながら行う通信方法である.同時に送受信することができないので多少不便だが,一つの周波数チャネルで交信できるので周波数利用効率がよい.

〈表3-9〉 微弱電波の電界強度

周波数帯	3m離れた地点の電界強度
322MHz以下	500 μV/m
322M～10GHz	35 μV/m
10～150GHz	500 μVを超えない範囲で3.5f μV/m. fはGHzを単位とする周波数
150GHz以上	500 μV/m

● **デュープレックス**　(duplex)

普通の電話のように双方が同時に送信と受信をする方式をフル・デュープレックスと呼び，リピータを使って交互に切り替える方式をセミ・デュープレックスという．シンプレックスと反対に便利な反面，二つの周波数を必要とする．同時に送受信が働くため自分で出した送信電波が自分の受信機の妨害にならないように分離するデュープレクサが必要である．

● **単信方式**

[同]→シンプレックス方式

● **複信方式**

[同]→デュープレックス方式

● **RTTY**　(Radio TeleTYpe)

無線印刷電信．周波数変移が170HzのFSK方式が使われることが多い．

● **印電**

[同]→RTTY

● **RATT**　(RAdio TeleType)

[同]→RTTY

多重方式

● **多重通信**　(multiplex communication)

2局間通信において，通信伝送路容量を分割使用する方式．(4)

● **多元接続**　(multiple access)

伝送路容量を物理的に位置の異なる複数の局が分割して使用する方式．(4)

● **スロット**　(slot)

時分割多重方式において，個々の通信路として設定した時間領域．

● **TDM**　(Time Division Multiplex)

時分割多重．一つのチャネルを時間軸上で複数のスロットに区切って複数の通信路に割り当てる多重通信方式．(5)

● **TDMA**　(Time Division Multiple Access)

時分割多元接続．各局とも同一周波数を使い，時間軸上で各局が送信すべき時間を分割して使用する通信方式．(4)

同一の搬送周波数を使い，時間的に区切りながら複数の異なるデータを送受信する多重化方式．

● **時分割多重**

[同]→TDM

[参]→TDMA

● **TDD方式**　(Time Division Duplex system)

デュープレックス方式の一つ．送受信に同じ周波数の1波を使用して，時間軸を分割し，送受信を高速で切り替えてみかけ上の同時送受信を実現するシステム．

● **FDM**　(Frequency Division Multiplex)

周波数分割多重方式．一つのチャネル内を周波数軸上で複数のサブキャリアに区切り，それぞれを通信路に割り当てる多重通信方式．

● **FDMA** (Frequency Division Multiple Access)

周波数分割多元接続．

周波数領域を分割して各局に割り当てる方式．

利用可能な周波数帯域幅を分割し，複数のデータを複数の搬送波周波数で伝送する多重化方式．一つの周波数で一つのチャネルの信号を伝送するSCPCと，複数のチャネルの多重信号を伝送するMCPCとがある．

● **周波数分割多重**

[同]→FDM

[参]→FDMA

● **FDD方式** (Frequency Division Duplex system)

デュープレックス方式の一つ．送受信に異なる周波数の2波を使用して同時送受信を実現するシステム．

● **SCPC** (Single Channel Per Carrier)

[参]→FDMA

● **MCPC** (Multi Channel Per Carrier)

[参]→FDMA

● **WDMA** (Wave Division Multiple Access)

光通信では周波数の代わりに波長を使うことが多いので，波長分割という．原理的にはFDMAと同じである．

● **波長分割多重**

[同]→WDMA

● **CDMA** (Code Division Multiple Access)

[参]→スペクトラム拡散通信

符号分割多元接続方式．同一周波数空間において，互いに直交性のある（分離可能な）複数の拡散符号を使って搬送波を拡散し，複数の通信路に割り当てる多重通信方式．

各局に割り当てられた固有の符号を使って，同一搬送波周波数をスペクトラム拡散変調し，帯域幅を広げて送信する．受信局はこれと同じ符号を使って復調することにより，ほかの信号（擬似ノイズ成分とみなせる）から希望信号だけを受信できる．

● **符号分割多重**

[同]→CDMA

● **OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

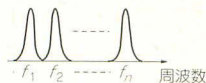
FDMAの一種であるが，すべてのキャリアを同期させて変調するので，キャリア間隔を最小にすることができる（**図3-6**）．信号の長さ（一つのディジタル信号の変調長さ）をT_S，周波数間隔を$1/T_S$としてデータを逆フーリエ変換し転送する．受信はデータをフーリエ変換することにより行う．

● **スペクトラム拡散通信** (spread spectrum communication)

情報を広帯域に拡散して通信する無線通信方式．必要な帯域の数倍以上の帯域に拡散する．直接拡散（DS）方式，周波数ホッピング（FH）方式がある．

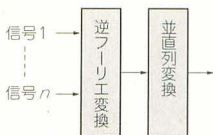
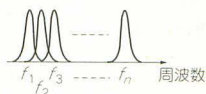
信号1 → 狭帯域変調器
信号 n → 狭帯域変調器

（a）FDM方式の変調

f_1 f_2 ----- f_n 周波数

（b）FDMのスペクトル

〈図 3-6〉
FDM の比較

（c）OFDM方式の変調

f_1 f_2 f_3 ----- f_n 周波数

（d）OFDMのスペクトル

いずれも妨害に強く，また電力スペクトル密度が低いので秘匿性が高い．

● **SS 方式**
［同］→スペクトラム拡散通信
［参］→ CDMA

● **FH 方式**　（Frequency Hopping system）
［参］→スペクトラム拡散通信

● **DS 方式**　（Direct Spread system）
［参］→スペクトラム拡散通信

電波伝搬

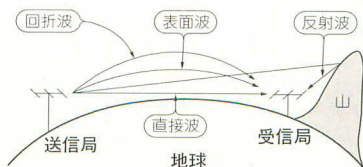
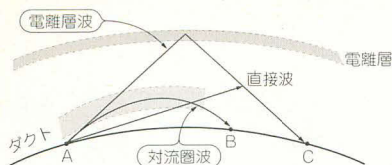
● **地上波**　（ground wave）
地球表面を伝搬する電波で，**図 3-7** に示すように，直接波，反射波，回折波，地表波がある．

● **グラウンド・ウェーブ**
［同］→地上波

● **直接波**　（direct wave）
［参］→地上波

● **反射波**　（ground reflected wave）
［参］→地上波

● **回折波**　（diffraction wave）
［参］→地上波

〈図 3-7〉
地上波の種類

〈図3-8〉
対流圏波と電離層波

● **地表波**　(surface wave)

［参］→地上波

● **対流圏波**　(tropospheric wave)

図3-8に示すように，上空に存在する対流圏(地上10～15km)において電波が曲げられて伝搬され見通し外にも電波が到達するもの．ラジオ・ダクト，対流圏散乱波などがある．

● **電離層波**　(ionospheric wave)

電離層は太陽光線に含まれる紫外線，軟X線によって大気が電離されてできた，導電性をもつ層である．この層で電波が反射されたり，散乱されて，見通し外に電波が到達するもの．電離層はD層，E層(E_1, E_2, E_S)，F層(F_1, F_2)などがある．

● **限界周波数**　(critical frequency)

電離層で反射される電波の周波数は電離層の電子密度に依存し，密度が大きいほど高い周波数が反射される．このように，電離層を突き抜ける限界の周波数をいう．

● **太陽黒点**　(sun spot)

太陽黒点の影響により電離層の電子密度(導電率)が変化するので，限界周波数が異なる．太陽黒点が活発な時期には，F_2層の電子密度が大きくなり，限界周波数が高くなり，50MHzなどの高い周波数の電波が遠くまで届く．

光通信

● **光空中伝搬**　(optical space propagation)

光は電波に比較しビーム状にしやすく，局地的な通信に使うことができる．そのとき，大気の窓と呼ばれる波長を使うことが多い．

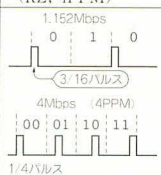
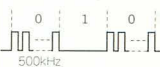
● **大気の窓**　(window of the air)

大気中での光の吸収の小さい波長領域．**図3-9**に示す．

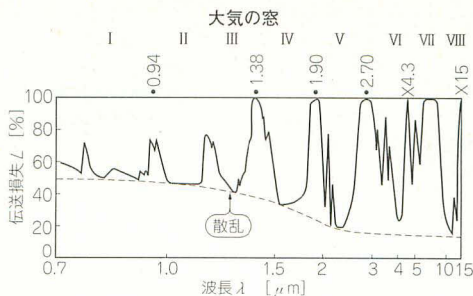
● **IrDA**　(Infra-red Data Association)

赤外線データ通信の規格を決める協会．IrDA1.0は115kbps，IrDA1.1では4Mbpsまでの規格が採択されている．

● **赤外線通信**　(infra-red data communication)

表3-10に示すように，IrDA規格のほかにシャープの方式がある．コンピュータと周辺機器の間を赤外線で通信しようとするものである．

● **光ファイバ**　(optical fiber)

屈折率の大きいコアと呼ばれる部分を，屈折率の小さいクラッドと呼ばれる層で包み，線状にしたもの．光はコアとクラッドの境界で全反射

〈図 3-9〉 大気の伝送損失（R. M. Langer 氏による）

〈表 3-10〉 赤外線通信の仕様

方 式	IrDA1.0	IrDA1.1	シャープ ASK 方式
転送速度	2.4 ～ 115.2kbps	1 ～ 4Mbps	9.6 ～ 19.2kbps
転送方式	調歩同期／半二重方式	調歩同期／半二重方式	調歩同期／半二重方式
搬送波	850 ～ 900nm	850 ～ 900nm	900 ～ 1050nm
副搬送波	なし	なし	500kHz
変調方式	ベースバンド方式（RZ）	ベースバンド方式（RZ, 4PPM）	ASK 方式
	0 1 0 3/16パルス	1.152Mbps 0 1 0 3/16パルス 4Mbps （4PPM） 00 01 10 11 1/4パルス	0 1 0 500kHz

しながら伝送する．材質により，石英ファイバ，プラスチック・ファイバなどがある．

● **光ファイバ通信**　（optical fiber communication）

　光ファイバを伝送路に使った通信．伝送距離にしたがって，使われる光の波長とファイバの材質が異なる．

移動電話

● **移動電話**　（mobile telephone）

　自動車電話や携帯電話などの移動しながら通話することができる電話機や電話システム．

● **セルラー方式**　（cellular system）

　サービス・エリアをいくつかのセル（小ゾーン）に分割し，それぞれのセルをカバーする基地局を互いに干渉が生じないように設置し，同一周波数チャネルの利用効率を高めた方式．

● **AMPS** (Advanced Mobile Phone System)

アナログ・セルラー方式の移動電話．800MHz帯のFMを使用し，多重アクセス方式はFDMA，デュープレックス方式はFDDである．

● **TACS** (Total Access Communication System)

アナログ・セルラー方式の移動電話．800～900MHz帯のFMを使用し，多重アクセス方式はFDMA，デュープレックス方式はFDDである．

欧州のE-TACSと北米のN-TACSがある．

● **E-TACS**

[参]→TACS

● **N-TACS**

[参]→TACS

● **NMT** (Nordic Mobile Telephone)

アナログ・セルラー方式の移動電話．400MHz帯のFMを使用するNMT-450と，800～900MHz帯を使用するNMT-900がある．多重アクセス方式はFDMA，デュープレックス方式はFDDである．

● **NADC** (North American Digital Cellular)

北米のディジタル・セルラー方式の移動電話．GSM, IS-54, IS-136, DCS-1800, PDCなどがある．

● **IS-54**

北米のディジタル・セルラー方式の移動電話．800MHz帯の$\pi/4$シフトDQPSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はFDDである．

● **IS-136**

北米のディジタル・セルラー方式の移動電話．800MHz帯のQPSK/OQPSKを使用し，多重アクセス方式はCDMA/FDM，デュープレックス方式はFDDである．

● **GSM** (Global System for Mobile communications)

ディジタル・セルラー方式の移動電話．800～900MHz帯のGMSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はFDDである．

● **DCS-1800** (Digital Cellular System)

ディジタル・セルラー方式の移動電話．1.7～1.8GHz帯のGMSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はFDDである．

● **PDC** (Personal Digital Cellular system)

ディジタル・セルラー方式の移動電話．ディジタル携帯電話．800～900MHz帯または1.4～1.5GHz帯の$\pi/4$シフトDQPSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はFDDである．

● **CT-0** (Cordless Telephone zero)

アナログ方式による第1世代のコードレス・テレホン．2～75MHz帯のFMを使用し，多重アクセス方式はFDMA，デュープレックス方式はFDDである．

● **CT-1** (Cordless Telephone one)

アナログ方式による第2世代のコードレス・テレホン．CT-1とCT-1

＋がある．800～900MHz帯のFMを使用し，多重アクセス方式はFDMA，デュープレックス方式はFDDである．

● **JCT**　(Japanese Cordless Telephone)

[参]→コードレス・テレホン

● **コードレス・テレホン**　(Cordless Telephone)

家庭や事業所の電話回線に接続して携帯可能にしたもの．日本のコードレス・テレホンはアナログ方式とPHS方式がある．アナログ方式では254MHz帯と380MHz帯のFMを使用する．出力電力により微弱型と小電力型(出力10mW)がある．

多重アクセス方式はFDMA，デュープレックス方式はFDDである．

● **CT-2**　(Cordless Telephone two)

ディジタル方式によるコードレス・テレホン．CT-2とCT-2＋がある．800～900MHz帯のGFSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はTDDである．

● **DECT**　(Digital Europian Cordless Telephone)

欧州のディジタル方式によるコードレス・テレホン．1.8～1.9GHz帯のGFSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はTDDである．

● **PHS**　(Personal Handy phone System)

ディジタル方式による移動電話．狭義ではPHS方式の携帯電話およびコードレス・テレホンを指す．1.8G～1.9GHz帯のπ/4DQPSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はTDDである．

● **CDPD**　(Cellular Digital Packet Data)

無線WANや無線LANに使われるデータ通信方式の一つ．800MHz帯のGMSKを使用し，多重アクセス方式はFDMA/FDM，デュープレックス方式はFDD，チャネル・ビット・レートは19.2kbpsである．

● **RAM-Mobitex**

無線WANや無線LANに使われるデータ通信方式の一つ．北米では800～900MHz帯，欧州では400MHz帯のそれぞれGMSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はFDD，チャネル・ビット・レートは8kbpsである．

● **Ardis-RD-LAP**

無線WANや無線LANに使われるデータ通信方式の一つ．800MHz帯のFSKを使用し，多重アクセス方式はTDMA/FDM，デュープレックス方式はFDD，チャネル・ビット・レートは19.2kbpsである．

● **IEEE-802.11**　(アイ・トリプル・イー 802.11)

無線WANや無線LANに使われるデータ通信方式の一つ．2.4GHz帯のFHSS-GFSK，DSSS-DBPSK，またはDQPSKを使用し，多重アクセス方式はCDMA/FDM，デュープレックス方式はTDD，チャネル・ビット・レートは最大2Mbpsである．

◈第1章，第2章，第3章の参考・引用＊文献◈

(1)＊電子通信学会編；アンテナ工学ハンドブック，第1版，p.672，オーム

社, 1980.
(2) *日本ヒューレットパッカード(株);電子計測機器総合カタログ 1998, p.236.
(3) *電子通信学会編;アンテナ工学ハンドブック, 第1版, p.673, オーム社, 1980.
(4) *山本平一, 加藤修三;TDMA通信, 第2版, p.4, 電子情報通信学会, 1989.
(5) *無線工学ハンドブック編集委員会編;無線工学ハンドブック, 第2版, pp.19～29, オーム社, 1964.
(6) 電子情報通信学会編;電子通信用語辞典, 第1版, コロナ社, 1984.
(7) 平山博;電子通信英和・和英辞典, 新訂版, 共立出版, 1977.
(8) 飯塚伸夫, 山川純;トランジスタ技術SPECIAL, No.47, pp.36～pp.53, CQ出版(株), 1994.
(9) *櫻井紀佳;実験しながら学ぶ初めての高周波回路, トランジスタ技術1996年6月号(第1回)～1997年5月号(第12回), CQ出版(株).
(10) *黒田徹;2石レフレックス・ラジオの製作, トランジスタ技術1997年3月号, p.219, CQ出版(株).
(11) *鈴木荘一編著;天野尚, 竹田吉信, 橋本勝, 平沢正孝, 内田和幸, 川村靖明, 安藤和正;IC/LSI基礎用語辞典, トランジスタ技術1989年9月号別冊付録, CQ出版(株).
(12) *楳本龍夫, 佐藤哲夫, 窄頭匡之;データ通信基本用語解説, インターフェース1991年1月号別冊付録, CQ出版(株).
(13) *三原裕二;データ伝送技術の基礎, トランジスタ技術SPECIAL, No.8, CQ出版(株).
(14) 鈴木規夫, 丸岡嵩彌;微弱電波を使ったデータ伝送の技法, トランジスタ技術1996年11月号, pp.218～227, CQ出版(株).
(15) *吉田功;シリアル・ポートの機能と応用, トランジスタ技術1995年10月号, pp.240～242, CQ出版(株).

第4章
テレビ，衛星放送，ハイビジョン オーディオなど
コンシューマ・エレクトロニクス

富沢瑞夫／渡辺明禎／宇仁茂義

一般
テレビジョン
衛星放送
ハイビジョン
AMステレオ
FM多重放送
オーディオ
CD
ナビゲーション

一　般

● **AV機器**　(Audio Visual equipments)

オーディオ（音声）とビジュアル（映像）を組み合わせた機器.

● **AVセンタ**　(AV center)

音声と映像の両方を取り扱い，接続された機器を切り替えて，音量・音質・バランスなどを調整できる機器.

● **ホーム・ビデオ**

家庭用の映像装置の総称．ビデオ・テープ・デッキのことをいうことが多い．フォーマットとしてはVHS，8mm，DVなどがある．SVHSはVHSの，Hi8は8mmビデオのそれぞれ高画質フォーマットである.

● **VTR**　(Video Tape Recorder)

ビデオ・テープ・レコーダ．狭義ではカセットのないリール・テープを使うもの.

● **VCR**　(Video Cassette Recorder)

ビデオ・カセット・レコーダ．カセット・タイプのテープを使うビデオ・テープ・レコーダ.

● **オーディオ・システム**　(audio system)

オーディオ・アンプを中心として，CDプレーヤ，アナログ・レコード・プレーヤ，FM放送などを受信するチューナ，録音再生を行うカセット・デッキ，MDやDATのレコーダ，スピーカなどからなるシステム.

テレビジョン

● **NTSC方式**　(National Television System Comittee system)

1952年にRCA方式を基本として制定された米国のテレビジョン放送の標準方式．1953年にFCCが正式採用した．日本をはじめ，韓国，台湾，フィリピン，グアム，カナダなどでも採用されている.

カラー放送でありながら白黒テレビ受像機でも受信できる.

映像信号はAM，音声信号はFMで送信する.

カラー放送は，直交した二つの信号であるI信号とQ信号でカラー・サブキャリアをDSB-SC変調し，輝度信号に重畳して送信する.

● **PAL方式**　(Phase Alternation by Line system)

西独テレフンケン社が開発したカラー・テレビジョン放送の標準方式．二つの色差信号$R-Y$, $B-Y$のうち片方の位相を走査線ごとに180°切り替え，カラー・サブキャリア信号を直交変調して伝送するカラー・テレビジョン放送方式．ドイツや英国で採用されている．

● **SECAM方式**　(SÉquenCiel Couleur À Mémoire)

フランスのカラー・テレビジョン放送の標準規格．二つの色差信号$R-Y$, $B-Y$を走査線ごとに周波数変調して多重化している．受信側では1走査線ぶんのメモリを用意し，二つの走査線を受信して一つのカラー走査線を再現する．

● **カラー・サブキャリア**　(colour sub-carrier)

[参]→カラー・バースト

色信号を伝送するための副搬送波．NTSC方式では3.5795454…MHzである．

● **色副搬送波**

[同]→カラー・サブキャリア

● **CATV**　(Cable Antenna TeleVision)

有線テレビジョン放送．

● **CATV**　(Community Antenna TeleVision)

共同視聴テレビジョン．

● **文字多重放送**　(character multiplex broadcast)

テレビ放送の映像信号の垂直帰線期間の14～16H, 21Hに文字，図形，付加音声などを多重して放送する方式．

● **文字放送**　(character broadcast)

[参]→文字多重放送

● **音声多重放送**　(sound multiplex broadcast)

テレビ放送に二つ以上の異なる音声を多重化して放送するもの．

● **複合映像信号**

[同]→コンポジット・ビデオ信号

● **コンポジット・ビデオ信号**　(composite video signal)

テレビ画面を構成する輝度信号，搬送色信号，同期信号を一つの信号としたもの．家庭用映像機器の入力端子表示では「ビデオ信号」と表記されることがある．**図4-1**に示す．

● **ビデオ信号**　(video signal)

[参]→コンポジット・ビデオ信号

● **S映像信号**　(Separate video signal)

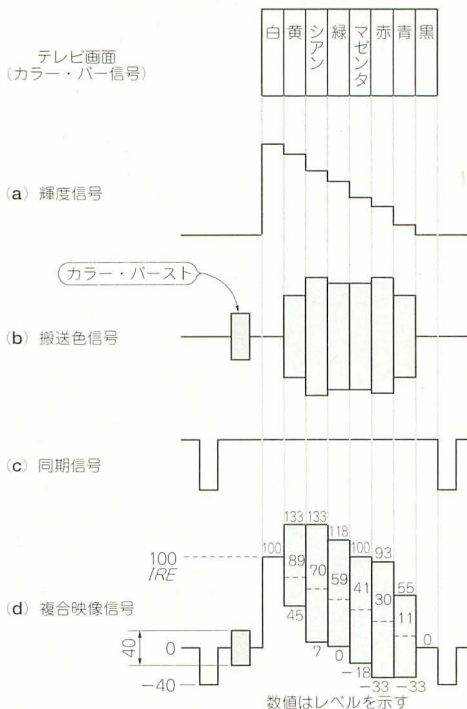
輝度信号と色信号を分離して伝送する信号．S映像信号の輝度信号には水平・垂直の同期信号が含まれ，色信号には色バースト信号が含まれている．映像機器では輝度信号と色信号を個別に扱う場合が多いので，両者を複合化することなく個別に伝送したほうが，分離・混合を繰り返し行うことによって生じる妨害を排除することができる．

● ***Y*信号**　(Y-signal)

NTSC方式の明度信号．

● **ルミナンス信号**　(luminance signal)

[参]→Y信号

〈図 4-1〉[1] 複合映像信号の成り立ち

● **輝度信号** (brilliance signal)

[同] → *Y* 信号

● ***I*信号** (I-signal)

NTSC 方式の色信号の一つ.

● ***Q*信号** (Q-signal)

NTSC 方式の色信号の一つ.

● **クロマ信号** (chrominance signal)

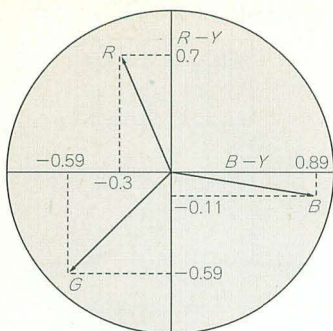
[参] → *I* 信号, *Q* 信号

色信号. NTSC 方式では直交した *I* 信号と *Q* 信号からなる.

● **色信号**

[参] →クロマ信号

● **色差信号** (chrominance difference signal)

原色信号(Red, Green, Blue)から輝度信号成分を取り除いた信号で $R-Y$, $B-Y$, $G-Y$ で表される. R, G, B と輝度信号, 色差信号には下記の関係がある.

〈図 4-2〉[3]
色信号ベクトル図

$E_Y = 0.3E_R + 0.59E_G + 0.11E_B$

$E_{R-Y} = 0.7E_R - 0.59E_G - 0.11E_B$

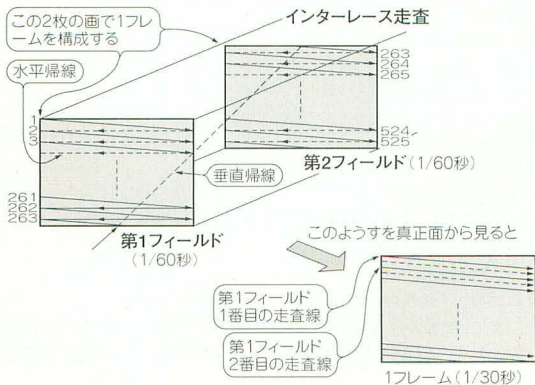
$E_{G-Y} = -0.3E_R + 0.41E_G - 0.11E_B$

$E_{B-Y} = -0.3E_R + 0.41E_G + 0.89E_B$

ベクトル図を図 4-2 に示す.

● **インターレース走査** (interlaced scan)

図4-3のように走査線1本ごとに飛ばして行う走査. テレビ画面1枚は2回に分けて走査が行われ, 2回目では1本飛び越すようにずらした走査が行われる. NTSC 方式では1回目で262.5本の水平方向の走査を行い, 2回目でまた262.5本の走査を行って, 合わせて525本で1枚の絵が映し出される.

〈図 4-3〉[3] インターレース走査

● **飛び越し走査**
[同]→インターレース走査

● **ノン・インターレース走査** (non-interlaced scan)
　インターレース走査に対して飛び越し処理などを行わず順次走査を行う方式. テレビの高画質化やパソコンのモニタ表示に利用される.
　毎回同じ位置を走査する走査方法. パソコン用のCRTディスプレイで一般的な表示方法.

● **順次走査** (progressive scan)
[同]→ノン・インターレース走査

● **フィールド** (field)
　インターレース処理を行う際の1回に伝送される画像. 2回の走査を区別するために, それぞれを奇数フィールド, 偶数フィールドと呼んで区別する. NTSCのフィールド周波数は約60Hzである.

● **フレーム** (frame)
　インターレース処理において, 二つのフィールドから構成された1枚の画像. NTSCのフレーム周波数は約30Hz. 1秒間に30枚の画像を送ることになる.

● ***IRE*** (Institute of Radio Engineers)
　テレビ信号の振幅を表す単位. 米国の無線技術者協会(現在のIEEE)が定めた規格が転じて単位名として慣用されているもの. テレビ信号$1V_{P-P}$のうち映像信号部分を100*IRE*, 同期信号部分を40*IRE*とする.
　NTSC方式では1*IRE* = 7.14mV, PAL方式では1*IRE* = 7mVとなる.

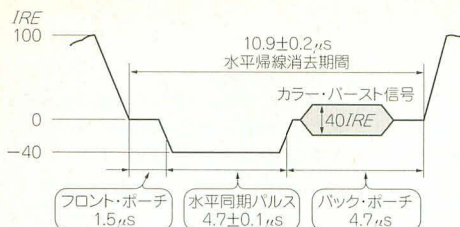
● **同期信号** (syncronizing signal)
　画面を再構成するために使われる信号. 水平方向の同期をとる水平同期信号, 垂直方向の同期をとる垂直同期信号がある.
　これらの信号は, 輝度信号とは逆方向(負極性)で映像信号に重畳される. 水平同期と垂直同期を合わせた信号が複合同期信号である. 水平同期周波数は約15.75kHz, 垂直同期周波数は約60Hzである.

● **複合同期信号** (composite syncronizing signal)
[参]→同期信号

● **アスペクト比** (aspect ratio)
　画面の縦横比. 従来のアスペクト比は4:3が一般的であったが, 最近では横長テレビのように16:9も増えている.

● **クランプ** (clamp)
　複合映像信号や輝度信号では黒レベルを基準としており, 直流電圧値が情報を現している. したがって信号処理においては黒レベルを固定して, このレベルを基準に信号処理を行う. このレベル固定をクランプと呼び, それを行う回路をクランプ回路と呼ぶ.

● **直流再生** (DC recovery)
[参]→クランプ回路

● **カラー・バースト** (color burst)
　図4-4のように水平ブランキング区間の水平同期信号のバック・ポーチにあり, 色信号処理などの基準に使われる. この信号の位相を基準として色復調が行われ, 振幅を基準としてACC動作などが行われる.

〈図 4-4〉[1]
水平帰線消去期間付近の拡大図

● **バースト信号**

[参]→カラー・バースト

● **ACC** (Automatic Color Correct)

[参]→カラー・バースト

オート・カラー・コレクト．自動色補正．

● **バック・ポーチ** (back porch)

後部．水平同期信号の後部．

● **等化パルス** (equalizing pulse)

図 4-5 のように垂直同期パルス付近に重畳されるパルスで，周期は 0.5Hz．

NTSC方式では飛び越し走査を採用しているため，1フィールド走査ごとに水平同期信号と垂直同期信号の時間的間隔が異なる．

このため垂直同期分離のための積分回路の出力電圧の立ち上がりの状態が異なり，垂直走査の開始点が変動し，安定な画面が得られない．そこで，垂直同期信号の前後の連続する水平信号の中間に，等化パルスを挿入する．

● **切り込みパルス** (serration pulse)

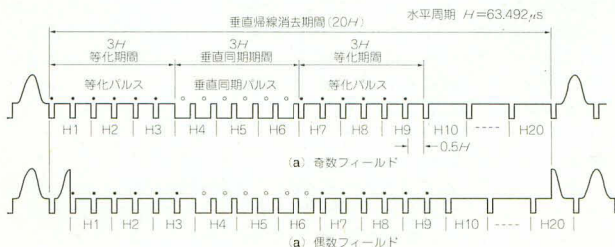
[同]→等化パルス

● ***Y/C* 分離** (*Y/C* separation)

輝度信号（*Y* 信号）と色信号（*C* 信号）を分離すること．簡単には，*LC* フィルタを使い周波数領域によって分離する方法がある．

● **水平解像度** (horizontal resolution)

画面における横方向の解像度で，おもに周波数特性に依存する．白黒

〈図 4-5〉[1] 垂直帰線消去期間付近の拡大図

交互に現れる縦線をテスト・パターンとして，どのくらいの細かさまで白黒の切り替えを認識できるかを本数で表す．

● DV (Digital Video)

ディジタル・ビデオ．

衛星放送

● 衛星放送 (satellite broadcast)

[参]→Aモード

赤道上空の衛星を中継してから行われる放送．原理上，さえぎるものがないので，地上波放送の難視聴地域が解消する．伝達情報量が多いので，多目的の用途が考えられる．音声はディジタル方式を採用しており，Aモードはサンプリング周波数32kHzで4チャネル，Bモードはサンプリング周波数48kHzで2チャネルである．

● BS (Broadcasting Satellite)

放送衛星．これを使って現在4チャネルの放送(NHKのBS-1，BS-2，WOWOW，ハイビジョン実用化試験放送)が行われている．

● CS (Communication Satellite)

通信衛星．特定の限られた利用者間での通信サービスを行うのが本来の目的だが，平成元年の放送法の改正により一般の放送サービスができるようになった．BSとCSの違いを**表4-1**に，衛星の位置を**図4-6**にそれぞれ示す．

● ディジタル放送 (digital broadcasting)

CS放送(JCSAT-3，PerfecTV)で採用された．信号をディジタル化し，キャリアをディジタル変調し放送する．多チャネル化が容易，高品質，高機能である，周波数を有効利用できるなどの特徴がある．

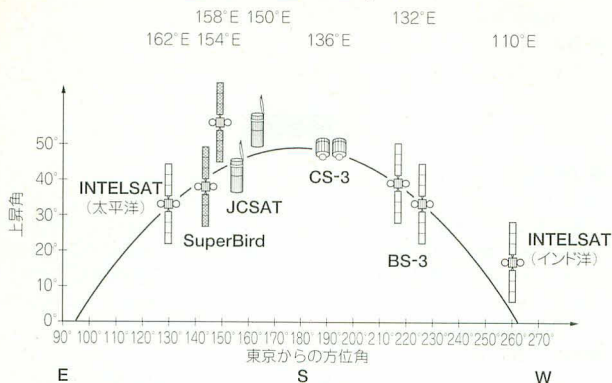
● Aモード・ステレオ (mode A stereo)

[参]→衛星放送

衛星ディジタル音声放送の方式．**表4-2**に基本諸元を示す．BSによる音声放送の場合，Aモードの4チャネルのうち，2チャネルをTVの音声に，残りの2チャネルをAモード・ステレオの放送に使う．CS-PCM

〈表4-1〉
BSとCSの比較

	BS(放送衛星)	CS(通信衛星)
周波数	11.7～12.2GHz	12.2～12.75GHz
軌道位置	東経110°	東経128°(JCSAT-3) 東経150°(JCSAT-1) 東経154°(JCSAT-2) 東経158°(SuperBird-A) 東経162°(SuperBird-B)
偏波	円(右旋)	直線(水平/垂直)
中継器出力	120W	15～60W

〈図 4-6〉 衛星位置図 (JC-SAT)

〈表 4-2〉 衛星ディジタル音声放送の方式

伝送モード		Aモード	Bモード
音声符号化方式	周波数帯域	15kHz	20kHz
	サンプリング周波数	32kHz	48kHz
	標本化時刻	ステレオの場合同一	
	量子化	14ビット直線	16ビット直線
	符号化方式	準瞬時圧伸 10ビットPCM	−
	準瞬時圧伸区間長	1ms (フレーム周期)	
	レンジ	5レンジ	−
多重方式	符号伝送速度	2048kbps	
	音声チャネル数	4チャネル	2チャネル
	独立データ伝送速度	480kbps	240kbps
	フレーム・ビット数	2048ビット	

音声放送の場合, Bモード・ステレオである.

● **Bモード**

[参] → Aモード, 衛星放送

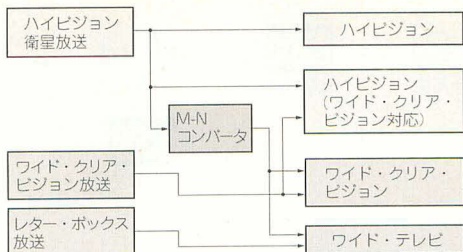
● **スクランブル** (scramble)

映像や音声などを暗号化し, 専用デコーダがなければ受信できないようにすること.

ハイビジョン

● **EDTV** (Enhanced Definition TeleVision)

既存方式(NTSC方式)と両立性のある新標準方式による高精細テレビジョン方式. EDTV-I/ IIがあり, EDTV- IIはワイド・クリア・ビジョンである. ワイド・スクリーン・テレビの分類を図 4-7 に示す.

〈図4-7〉 ワイド・スクリーン放送とテレビの対応

● **IDTV** (Improved Definition TeleVision)
既存の伝送方式に基づいて，より高度の復調を行うTV受信機．クリア・ビジョン受信機はこれにも属する．

● **HDTV** (High Definition TeleVision)
垂直走査線数を1125本，画面のアスペクト比を16：9にしたハイビジョン・テレビのこと．

● **ATV** (Advanced TV)
次世代TVのこと．EDTV, HDTV, digital HDTVなどを総称していう．

● **3次元 *Y/C* 分離** (3 dimension Y/C separation)
水平垂直時間の3次元周波数領域における*Y/C*分離．

● **4→3変換** (four-to-three conversion)
走査線数を4：3の比で変換すること．例：480本→360本．

● **i-p変換**
[同]→順次走査変換

● **p-i変換**
走査形式を，順次走査(progressive scan)から，飛び越し走査(interlaced scan)に変換すること．

● **順次走査変換** (de-interlacing)
走査形式を，飛び越し走査から，順次走査に変換すること．静止領域ではフィールド補間し，動領域ではフィールド内で補間する．

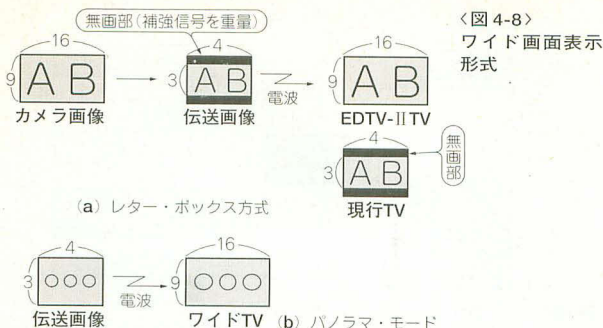
● **ダウン・コンバータ** (down converter)
1125飛び越し走査信号の525順次走査信号への変換のように，走査線数を低減させる装置．

● **変調色信号** (modulated color signal)
色副搬送波を二つの色信号で直角平衡変調した信号．

● **無画部** (non-picture area)
画面上下の絵のない部分．

● **レター・ボックス形式** (letter box format)
ワイド・アスペクト画像を表示アスペクト画面に表示するときの一方式．画像の幅を画面と揃え，画面の上下を無画部とした表示形式．EDTV-Ⅱで採用された．ワイド画面表示形式を図4-8に示す．

● **ハイビジョン** (Highvision)

〈図4-8〉ワイド画面表示形式

［参］→ HDTV

● **クリア・ビジョン** (Clear Vision)

［参］→ EDTV, IDTV

3次元 *Y/C* 分離と i-p 変換を行って表示する TV 受信機. EDTV-I受信機.

● **ワイド・テレビ** (wide television)

現行の4：3画像を受信側で若干変形して，一見ワイド・アスペクトの16：9画像にして表示するTV受信機.

上下を少し削り，左右の端を拡大しているものが多い（パノラマ・モード）．円を表示したとき，中央部では真円だが，左右端では横長楕円に変形される.

● **M-N コンバータ** (MUSE-NTSC converter)

MUSE 方式を NTSC 方式にするコンバータ．ハイビジョンを現行のワイド・クリア・ビジョン TV などで見るためのもの.

● **MUSE方式** (MUltiple sub-Nyquist Sampling Encoding system)

ハイビジョン放送の帯域圧縮方式.

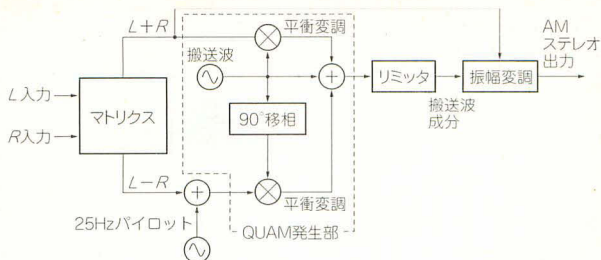
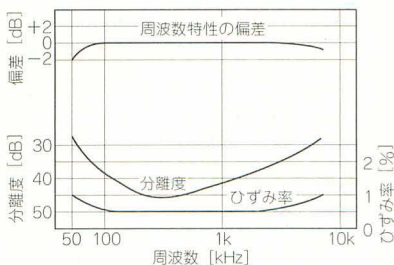
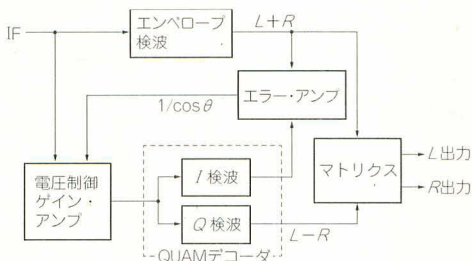
AMステレオ

● **C-QUAM方式** (Compatible Quadrature Amplitude Modulation)

モトローラ社が開発した，日本のAMステレオ放送の標準方式．ステレオ信号（*L*信号と*R*信号）から和信号（$L+R$）を作り，これで従来通り搬送波をAM変調（振幅変調）する．搬送波は差信号（$L-R$）の直交変調により位相変調してステレオ電波にしている．送信側のステレオ信号発生器の構成を**図4-9**に，ステレオ信号の特性を**図4-10**にそれぞれ示す.

ステレオ受信機は，AM変調している和信号を振幅復調器で，差信号は直交変調の復調器でそれぞれ復調する．受信機の構成を**図4-11**に示す．なお，25Hzのパイロット信号の有無で，ステレオ／モノラルを自動的に切り替えることができる．モトローラ社から専用IC，MC13020/2/4の3種が発売されている.

一方，従来のモノラル受信機は，振幅変調成分，すなわち和信号（モノラル信号と等価）しか復調できないので，両立性が保たれる.

〈図4-9〉 AMステレオ信号発生器の構成（C-QUAM方式）

〈図4-10〉
C-QUAM方式の変調-復調特性例

〈図4-11〉
AMステレオ受信機の構成

モトローラ方式のほか，ハリス方式，マグナボックス方式，カーン方式などがあり，日本ではモトローラ方式に統一された．

● **両立性直交振幅変調**

[同] → C-QUAM

FM多重放送

● **DARC** （DAta Radio Channel）

FMデータ放送の多重放送技術．FM放送のサブキャリアを利用する．文字や図形などを放送している．FM東京の「見えるラジオ」が一例である．

一般
テレビジョン
衛星放送
ハイビジョン
AMステレオ
FM多重放送
オーディオ
CD
ナビゲーション

〈図4-12〉 FM文字多重信号のベースバンド信号配列

● **固定受信方式** (fixed receiving system)

FM多重放送の変調信号の周波数配置を**図4-12**に示す．多重信号は伝送速度48kbpsのディジタル信号で，副搬送波(76kHz)を多重レベル2.5%でQPSKしている．多重信号が音声の場合，符号化方式はADPCMで，サンプリング周波数は8kHzである．

● **移動受信方式** (mobile receiving system)

交通情報などを提供するために，移動時にとくに問題となるマルチパス妨害に強い多重方式．多重信号の周波数配置は固定受信方式と同じであるが，変調方式としてLMSKを使いビット・レートは16kbpsである．

● **FM多重放送**

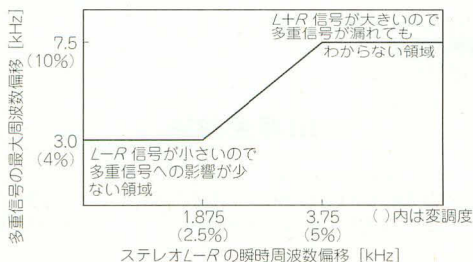
[参]→固定受信方式

● **LMSK** (Level controlled Minimum Shift Keying)

マルチパス妨害がある場合，混変調によりステレオ・アナログ信号と多重信号の相互に漏れ込みが発生し，信号の品質が悪くなる．そこで，ステレオ信号($L-R$)の信号の大きさにしたがい多重信号のレベルを変化させ，品質を常に保つ方式．多重レベルのコントロール特性を**図4-13**に示す．

● **ダイバシティ受信** (diversity reception)

移動受信機の場合，建物の陰に入ると受信電波が弱くなったり，建物の反射波などによるマルチパス受信を起こし受信品質が落ちてしまうことがよくある．そこで位置が違うところに二つ以上のアンテナを設置し，受信状態のよいアンテナを選択して受信する方式．

〈図4-13〉 多重レベルのコントロール特性

● **DAB** (Digital Audio Broadcasting)

ディジタル音声放送．ヨーロッパで本放送が行われており，日本も導入を決定している．マルチパス，フェージングに強い，CD並みの音質，データ放送が可能といった特徴をもつ．

● **SCA** (Subsidary Communications Authorizations)

米国のFM多重放送．補助通信業務．67kHzのサブキャリアにのせて，ニュース，時報，天気予報などを放送している．

オーディオ

● **ディジタル・オーディオ** (digital audio)

アナログ信号をA-D変換してディジタル・データとして扱うオーディオ．汎用メディアとしてはCD，MD，DATなどがある．**図4-14**に信号処理の流れを，**図4-15**に基本的なブロック図を示す．

パソコンやオーディオ・ワークステーションでは，ハード・ディスクなどをメディアとして利用している．音声は映像と対で処理されるので忘れがちだが，LDやBS放送のディジタル音声などもある．アプリケーションから見ると録音再生，音の加工・効果の付加などがある．

● **MD** (Mini Disc)

録音可能なディスク・メディア．直径64mm，最大74分の録音が可能．ATRACという圧縮技術が採用されている．

● **DAT** (Digital Audio Tape)

サンプリング周波数48kHz，量子化16ビット直線で，圧縮を行わない．(モードⅠ)

● **サンプリング周波数** (sampling frequency)

標本化する周波数．たとえば一定の時間間隔で信号波の振幅をとりだす場合の，その時間間隔．**図4-16(b)**のTがサンプリング周期である．サンプリング周波数$f_S = 1/T$の関係がある．

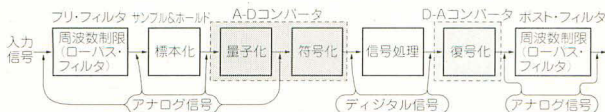
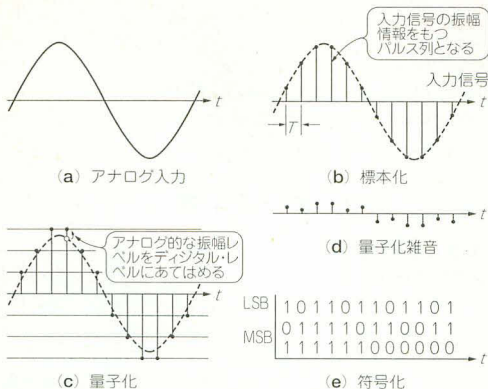
● **標本化周波数**

[同]→サンプリング周波数

〈図4-14〉[5] ディジタル・オーディオの信号処理の流れ

〈図4-15〉[5] ディジタル・オーディオの基本的なブロック

〈図 4-16〉[5] ディジタル・オーディオの各部の動作波形

(a) アナログ入力　(b) 標本化　(c) 量子化　(d) 量子化雑音　(e) 符号化

● **量子化ノイズ** (quantization noise)

量子化によって振幅方向に不連続となり，丸め込み誤差が発生し，量子化ノイズとなる．図 4-16 (d) に示す．

● **直線量子化** (linear quantization)

量子化ステップが均一値の量子化方法．図 4-17 (a) に示す．

● **非直線量子化** (non-linear quantization)

量子化ステップを不均一にした量子化．不均一とすることで，量子化に必要な量子化ビット数を減らすことができる．図 4-17 (b) に示す．

● **フォノ・イコライザ** (phono equalizer)

アナログ・ディスクではS/Nやダイナミック・レンジを考慮して，特別の周波数特性で記録している．再生時に記録時と逆の周波数特性に補正するアンプのこと．米国のレコード協会が定めたRIAA特性が使われている．

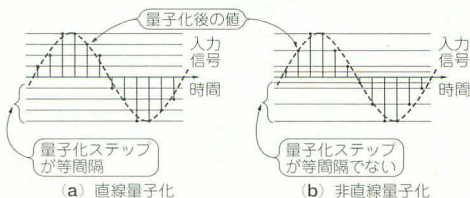
● **RIAA特性** (Recording Industry Association of America curve)

[参] →フォノ・イコライザ

● **Dレンジ**

[同] →ダイナミック・レンジ

〈図 4-17〉[5] 直線量子化と非直線量子化

(a) 直線量子化　(b) 非直線量子化

● **ダイナミック・レンジ** (dynamic range)

ひずみや雑音なく再生することができる範囲. ふつう最小値と最大値の比をdBで表す.

● **コントロール・アンプ** (control amplifier)

[参]→プリアンプ

● **プリアンプ** (pre-amplifier)

音質を調整するトーン・コントロール, 音量制御を行うボリューム・コンロール, 左右の音量バランスを調整するバランス・コントロール, 入力ソースの切り替え選択を行い, 希望する信号を選択するセレクタなどの機能をもったアンプのこと.

● **パワー・アンプ** (power amplifier)

[参]→メイン・アンプ

● **メイン・アンプ** (main amplifier)

スピーカを駆動するために十分な電圧増幅と電力増幅を行うアンプのこと.

● **グラフィック・イコライザ** (graphic equalizer)

オーディオ周波数帯域を数分割し, 各帯域ごとに通過レベルの増強・減衰を調整できるようにしたもの. トーン・コントロールなど比べてこまめな調整が可能となる.

● **パラメトリック・イコライザ** (parametric equalizer)

オーディオ周波数帯域を数分割し, 各帯域ごとに通過レベルの増強・減衰を調整できるようにしたもので, 通過帯域の周波数や周波数帯域幅を独立して可変することができる. グラフィック・イコライザより細部の調整が可能である.

● **スピーカ** (speaker)

電気エネルギを音に変換するもの.

普通はダイナミック方式と呼ばれる可動コイル方式でコーン型が多い. インピーダンスは4～8Ωと低いので, 鳴らすためには十分に出力インピーダンスが低いアンプが必要となる.

● **マイクロホン** (microphone)

音の空気振動を電気信号に変換するもの. 変換方式によりダイナミック型, 静電型, 圧電型などがある.

● **オーディオ帯域** (audio frequency band)

人間が音と認識できる周波数帯域のこと. 可聴帯域. 代表的には20Hz～20kHzである. とくに高い周波数では個人差や年齢差がある.

CD

● **CD** (Compact Disc)

コンパクト・ディスク. 音楽用をはじめとしてCD-ROMなどたくさんの派生したメディアがある.

音楽用ディスクCD-DAのこと. ディスク直径12cmセンチの片面盤で最大74分の演奏が可能. サンプリング周波数44.1kHz, 16ビット直線量子化.

半導体レーザで読み取る非接触方式であり，直径8cmのものはCDシングルと呼ばれる．

● **CD-DA** （Compact Disc Digital Audio）

音楽用コンパクト・ディスク．

● **EFM変調** （Eight to Fourteen Modulation）

8-14変調．8ビットのデータを14ビットの変調符号に変換する変調方式．

● **ブロック符号化** （block coding）

データを一定のビット数ごとに，より多くのビット数の符号に変換すること．

● **RLL** （Run Length Limited）

変調符号における"1"と"1"の間に挟まれた"0"の数．最小ランレングスが2で最大ランレングスが10の場合，RLL（2，10）と表現する．

● **ランレングス制限**

［同］→ RLL

● **EFM変調テーブル** （Eight to Fourteen bit Moduration table）

8ビットから14ビットに変換するためのテーブル．

● **マージン・ビット** （margin bit）

ランレングス制限を満足するために，符号のビット間に入れるビット．EFMの場合は3ビット．

● **NRZI** （Non Return to Zero Invert）

変調符号をディスクに記録するとき，変調符号のビット"1"が現れるごとに極性を反転し記録する方法．

例 100010010000100

→ 111100011111000

● **MTF** （Modulation Transfer Function）

光ピックアップの特性で，記録信号から再生波形を得るまでの伝達特性．

● **サーボ信号** （servo signal）

記録ピット列（トラック）の上をトレースするために使われる信号．光スポットのデフォーカスやトラックからのずれがおもな検出信号．周波数帯域が数kHzなので，変調波のこの領域における成分（低周波成分）を抑圧する必要がある．

● **DSV制御** （Digital Sum Value）

変調信号の低周波成分を抑圧するために行う制御．記録信号の"1"を＋1，"0"を－1とし，累積加算した値を0に近くになるように制御する．EFM変調では3ビットのマージン・ビットでDSV制御を行う．

● **EFMPLUS** （Eight to Fourteen bit Modulation PLUS）

DVDで採用された変調方式．RLL（2，10）で変換比率が8-16の変調方式．変調テーブルなどを工夫することにより，マージン・ビットを不要にし，DSV制御を行う．したがって，EFMに対し容量を6%（1/16）増加できる．

● **8-16変調**

［同］→ EFMPLUS

● エラー伝搬 (error propagation)

EFMPLUS変調では一つの変調符号に複数のデータが対応しているために，復調は二つの連続した変調符号により行われる．このとき，1個の変調符号の誤りにより，その変調符号から復調される2バイトのデータに誤りが発生することがある．このように，1か所の誤りが複数のデータの誤りに広がることをいう．

ナビゲーション

● GPS (Global Positioning System)

地球上の高度約20万kmにある24個のGPS衛星と観測点の距離を求め，それから地球上の観測点の位置を求めようとするもの．2個から4個の衛星が受信できれば位置を計算できるので，24時間に渡って測位可能である．

● DGPS (Differential Global Positioning System)

すでに位置がわかっている地球上の基準局でのGPS測位結果から，GPS測位における誤差を求め，それにより任意の観測点の位置を補正し，より高精度に位置を求めるもの．

● 差動GPS

［同］→ DGPS

◆参考・引用*文献◆

(1) 遥環；ディジタル・オーディオの現状，トランジスタ技術1994年5月号，pp.305～313，CQ出版(株)．
(2) *竹澤信子；テレビ信号の成り立ちを理解する，トランジスタ技術1994年5月号，pp.260～268，CQ出版(株)．
(3) *松井俊也，小松義一；ビデオ信号処理の徹底研究，トランジスタ技術SPECIAL，No.52，CQ出版(株)．
(4) ディジタル・オーディオ技術の基礎と応用，トランジスタ技術SPECIAL，No.21，CQ出版(株)．
(5) *鈴木雅臣；ディジタル・オーディオの基礎，トランジスタ技術SPECIAL，No.21，CQ出版(株)．

第5章

OPアンプ，半導体メーカ，定番デバイスなど

定番デバイス

富沢瑞夫／宇仁茂義

一般

● **オリジナル・ソース**　(original source)

その品種のICを初めて作ったメーカのIC．

● **オリジナル・ベンダ**　(original vendor)

その品種のICを初めて作ったメーカ．

● **セカンド・ソース**　(second source)

オリジナルのICと同一の機能で，同一のピン配置で作ったもの．セカンド・ソースのある品種のほうが入手や価格などの点で有利なことが多い．

半導体産業では同じICを複数の半導体メーカが製造することがよくある．そのICの製造メーカが1社だと，万一その工場が製造を中止したときに，そのICを組み込んだ製品を製品メーカが製造できなくなるからである．

セカンド・ソースが複数ある場合，価格競争が働いて安価に安定して供給される．

OPアンプ

● **シングルOPアンプ**　(single operational amplifier)

一つのパッケージ内に1個のOPアンプが内蔵されたもの．外形は8ピンDIPが多く，ピン配置も類似している．ただしオフセット調整端子は品種によりまちまちである．

● **デュアルOPアンプ**　(dual operational amplifier)

一つのパッケージ内に2個のOPアンプが内蔵されたもの．

● **クワッドOPアンプ**　(quad operational amplifier)

一つのパッケージ内に4個のOPアンプが内蔵されたもの．

半導体メーカ

● **日電**

日本電気㈱の通称．最近はNECで知られている．同社のICの型名はμPA，μPB，μPC，μPDで始まる．μPは同社の半導体集積回路の商品

名Micro Packにちなむ.

● JRC

半導体メーカである新日本無線の通称. 日本無線(JRC)の関連会社である. ICにはNJRCという表示が使われる. 同社のICの型名はNJM, NJU, NJH…のように"NJ"で始まる.

● TI (Texas Instruments, Incorporated)

米国テキサス・インスツルメンツ社の通称.

● ナショセミ (National Semiconductor Corporation)

米国ナショナルセミコンダクター社の通称. 日本の松下電器グループとは別会社である.

● NS (National Semiconductor Corporation)

米国ナショナルセミコンダクター社の通称.

● シグネ (Signetics Corporation)

米国シグネティックス社の通称. 社名はSIGnal, NETwork, technICSにちなむ. オランダPhilips社の傘下にある.

● RCA (Radio Corporation of America)

米国RCA社. CMOSロジックICの4000シリーズは, RCAのCD4000シリーズが元祖である. アナログICはCAシリーズ. 同社の半導体部門はGEへの売却後, 現在は米国Harris社から発売されている.

● GE (General Eelectric Company)

米国ジェネラル・エレクトリック社. 半導体としてはDatel社の製品を販売している程度であるが, 可変容量ダイオード"Varicap"やサイリスタ"Silicon Controlled Rectifier"の元祖である.

● FCS (Fairchild Semiconductor)

米国フェアチャイルド社. ICの老舗. 企業M&Aの荒波にもまれて, 一時このブランドは消滅したが, 1996年ナショナルセミコンダクター社によって復活し, 1997年3月に再び独立.

● BB (Burr Brown Corporation)

米国バー・ブラウン社. アナログICの老舗.

● ST (ST microelectronics)

STマイクロエレクトロニクスである. イタリアのSGSとフランスのトムソンが合併してできた半導体メーカ. コンシューマ用ICなどにユニークな製品がある.

定番OPアンプ

● 741

オリジナルは米国フェアチャイルド(Fairchild)社のμA741. OPアンプの古典的スタンダードであるμA709の改良型で, 内部位相補償, ラッチアップ防止, 出力保護など使い勝手が向上した. 安定性も良く, 広く使われてきた. 2個入りの型名としてμA747(14ピンDIP), MC1458(8ピンDIP)がある.

● 318

高速OPアンプの定番. オリジナルは米国NS社のLM318.

位相補償回路は内蔵されているが外部補償により安定化を図ったり，フィード・フォワードによる高速化が可能．A-D 変換回路，発振回路，フィルタ回路などで高速性の必要な部分で使用される．

● 324

ロー・コストの単電源クワッドOPアンプ．オリジナルは米国NS社のLM324. 741タイプの約1/5の消費電力であり，同相入力範囲がV_{EE}（単電源ではグラウンド）まで拡大している．バッテリ駆動の回路の増幅器などで使用される．

車載用に温度範囲が広いLM2902がある．メーカによって定格電圧に違いがあるので注意が必要．

● 4558

汎用デュアルOPアンプの定番．オリジナルは米国レイセオン(Raytheon) 社のRC4558. 741タイプOPアンプに比べ高速・低雑音．OPアンプの代表品種．

汎用デュアルOPアンプとしては，ほかに741タイプをデュアル化したモトローラ社のMC1458もあるが，4558は入力初段をPNPトランジスタに変更したことで高性能を得て，成功したといわれている．

● 1458

[参] → 4558

● 5532

デュアルOPアンプの定番．低雑音，高速，広帯域なのでHifiオーディオでも使われる．オリジナルは米国シグネティックス(Signetics) 社のNE5532.

シングル・タイプの型名はNE5534であり，こちらはオフセット調整があって，スルーレートも少し違いがある．

● 5534

[参] → 5532

● 061, 062, 064

JFET入力の低消費電力型OPアンプの定番．オリジナルは米国TI社のTL06×シリーズ．

061はシングル，062はデュアル，064はクワッド構成である．バッテリ駆動の回路などに使用する．電源電圧は±1.2Vから．

● 071, 072, 074

JFET入力の低雑音OPアンプの定番．オリジナルは米国TI社のTL07×シリーズ．低入力バイアス，低入力オフセット電流が特徴．071はシングル，072はデュアル，074はクワッド構成である．

入力インピーダンスが高く，動作速度が速く，しかも低雑音のため，計測器に使用されるほか，低ひずみ率のためオーディオなどでも使われる．

● 833

オーディオ用途を意識した低雑音汎用デュアルOPアンプ．オリジナルは米国NS社のLM833. クロスオーバひずみの低減など出力特性も改善されている．

● OP07

高精度OPアンプの定番．オリジナルは米国アナログ・デバイセズ社．

超低オフセット,低温度ドリフト,低入力バイアス電流が特徴.計測用の高精度増幅に使われる.

● 3900

内部補償型のノートン・アンプの定番.オリジナルはNS社のLM3900.

ノートン・アンプとは,入力にエミッタ接地トランジスタを使用した電流差動OPアンプである.

産業用や車載などを意識した単電源応用が意識されている.4個入り.出力電圧振幅が大きくとれる特徴がある.なお,ピン配置は,一般のクワッドOPアンプと異なるので注意が必要.LM2900では使用温度範囲が0～+70℃から−40～+85℃に拡大されている.

● 2900

[参]→3900

定番コンパレータ

● 311

汎用コンパレータの定番.オリジナルはNS社のLM311.両電源で使用でき,入力をシステム・グラウンドから分離しながら負荷ドライブできるなど,出力インターフェースが設計しやすい.ただし,ピン配置は汎用OPアンプなどと異なるので注意が必要.

● 339

クワッド単電源コンパレータの定番.オリジナルはNS社のLM339.

低入力オフセット電圧,低オフセット電流,低入力バイアス電流が特徴.出力は低飽和電圧でTTL,CMOSコンパチブルである.汎用クワッドOPアンプとピン配置が異なるので注意が必要.

定番の電源用IC

● 7800, 7900

3端子レギュレータの定番.オリジナルはフェアチャイルド社のμA78××シリーズとμA79××シリーズである.78××は正電圧用,79××は負電圧である.

7805は出力5V,7812は出力12Vである.安定化には3V程度の降下電圧が必要なので,出力5Vなら入力は8V程度が必要である.出力電流は1A.

出力電流500mAの78M××シリーズ,100mAの78L××シリーズもある.

過熱保護,過電流保護,安全動作領域保護などの機能が内蔵されている.

● 317, 337

3端子可変レギュレータ.オリジナルはNSのLM317とLM337.317は正電圧用,337は負電圧用である.

3端子だが出力を1.25～37Vの範囲で可変することができる.リプル除去比が80dBと大きい.フローティング動作により37Vを越える高電

圧出力も可能である.

● 723

一般用高精度電圧レギュレータ.オリジナルはフェアチャイルド社のμA723.

温度補償型基準電源,誤差増幅器,出力電流150mAの直列制御トランジスタ,電流制限回路を内蔵している.正負電源回路など小電力電源として利用される.出力トランジスタを外付けして出力電流を増大させて使うこともできる.

● 431

精密可変型シャント・レギュレータの定番.オリジナルはTI社のTL431.

温度補償された基準電圧(50ppm/℃$_{typ.}$)が得られる.出力電圧は外部抵抗で約2.5～36Vまで設定できる.出力は急峻なターン・オフ特性を示すのでツェナ・ダイオードより優れた特性が得られる.

アナログ機能IC

● 386

低電圧動作のオーディオ・パワー・アンプIC.オリジナルはNS社のLM386.

電源電圧範囲が広く,外付け部品が少ない.利得を20～200の範囲で設定できる.動作電圧範囲は4～18Vで出力は0.3W @ 9V, 8Ω.

● 1496

ダブル・バランスド・モジュレータ(DBM)の定番.オリジナルはモトローラ社のMC1496.

DBMの基本的なもの.AM変調回路,SSB検波回路,PLL検波のほか,ロー・コストの広帯域乗算器,ビデオのVCAなどとしても利用される.

● 4051, 4052, 4053

汎用CMOSロジック・ファミリ4000番シリーズの電子スイッチ.オリジナルはRCA社のCD4051, CD4052, CD4053である.

両電源で利用できるように電源端子のV_{SS}, V_{EE}が別になっている.それぞれ高速化されたものが74HCシリーズにある.

4051は1回路8接点,4052は2回路4接点,4053は3回路2接点である.

● 555, 556, 558

高精度タイマICの定番.オリジナルは米国シグネティックス社のNE55×シリーズ.

単安定マルチバイブレータ,無安定マルチバイブレータなどに利用できる.リセット端子,トリガ端子があり,外付け部品が少なく応用範囲が広い.タイマが2個内蔵されたものがNE556,4個内蔵されたのがNE558.CMOSプロセスのものもある.

● 8038

三角波,方形波,正弦波などが出力できるオシレータ用ICの定番.ファンクション・ジェネレータという.オリジナルは米国インターシル社のICL8038.

正弦波で最大100kHz程度まで発振可能．発振周波数は電圧制御もできる．発振周波数を20MHzまで広げた米国マキシム社のMAX038もある．

● **4046, HC4046**

CMOSロジックICの4000番シリーズのPLL用IC．オリジナルは，RCA社のCD4046．

1チップにアナログPLLに必要なフェーズ・コンパレータ，VCOなどがすべて内蔵されている．専用PLL ICと違い，各部分を分離して使用できるなど応用が広い．最高発振周波数は1MHz程度だが，改良版の74HC4046Aでは19MHzまでアップされている．

● **74HC4046A**

[参]→4046

ロジックIC

● **00シリーズ**

7400シリーズのバイポーラ・ロジックICの元祖．オリジナルはTI社のSN7400シリーズ．電源電圧は5V．ノーマルTTLともいう．インターフェースなどでファン・インやファン・アウトの基準にも使われる．

● **LS00シリーズ**　(Low-power Schottky)

低消費電力で高速のバイポーラ・ロジックIC．

電源電圧5V．オリジナルはTI社のSN74LS00シリーズ．1980年代前半の主流だった．

500番台のロジックは出力スキュが配慮されている．

● **ALS00シリーズ**　(Advanced Low-power Schottky)

74LSシリーズの改良型のバイポーラ・ロジックIC．電源電圧5V．オリジナルはTI社のSN74ALS00シリーズ．1980年代後半の主流だった．

● **ノーマルTTL**

[同]→00シリーズ

● **4000シリーズ**

CMOS標準ロジックIC．電源電圧3～18V．オリジナルはRCA社のCD4000シリーズ．

● **4000Bシリーズ**

CMOS標準ロジックIC．CD4000シリーズの改良型．電源電圧3～18V．EIA/JEDECのCMOSロジック規格に対応している．オリジナルはRCA社のCD4000Bシリーズ．

● **4500シリーズ**

[同]→14500シリーズ

● **14500シリーズ**

CMOS標準ロジックIC．電源電圧3～15V．オリジナルはモトローラ社のMC14500シリーズ．

● **14500Bシリーズ**

CMOS標準ロジックIC．14500シリーズの改良型．電源電圧3～15V．EIA/JEDECのCMOSロジック規格に対応している．

オリジナルはモトローラ社のMC14500Bシリーズ.

● **5000シリーズ**

CMOSの機能ロジックIC. オリジナルは東芝のTC5000シリーズ. 4000シリーズにないユニークなファンクションが多い.

● **5500シリーズ**

CMOSの機能ロジックIC. オリジナルは沖電気のMSM5500シリーズ. 4000シリーズにないユニークなファンクションが多い.

● **40H000シリーズ** (High speed)

CMOSの高速ロジック. ロジック機能は74シリーズ互換である. オリジナルは東芝のTC40H000.

● **C00シリーズ** (CMOS)

CMOSの7400シリーズ. オリジナルはNSのMM74C00シリーズ.

● **HC00シリーズ** (High speed CMOS)

CMOSロジックIC. オリジナルはモトローラ社とNS社(共同開発)のMC74HCシリーズとMM74HCシリーズ.

● **HCT00シリーズ** (High speed CMOS for TTL)

HC00シリーズのTTLインターフェース版. オリジナルはモトローラ社とNS社(共同開発)のMC74HCTシリーズとMM74HCTシリーズ.

● **AC00シリーズ** (Advanced CMOS)

74ACシリーズ. 電源電圧5Vのロジック. オリジナルはRCAの74AC00シリーズ.

● **ACT00シリーズ** (Advanced CMOS for TTL)

74ACTシリーズ. 74AC00シリーズのTTLインターフェース・ロジック・レベル版.

Appendix
回路図記号

● 標準規格

トラ技に登場する回路図記号をまとめてみました．回路図記号は，下記の標準規格におおむね準拠しています．

▶ IEEE Std 315-1975/1988, ANSI Y32.2-1975/1989 (Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams), IEEE Std 315A-1986 (Supplement for IEEE Std 315-1975)

▶ JIS C 0301-1990 (電気用図記号)

ロジック・シンボルは，下記の標準規格におおむね準拠しています．

▶ ANSI/IEEE Std 91-1984 (Graphic Symbols for Logic Functions)

▶ MIL STD 806B および 806C

記事によってはCADのプリントアウトを版下に使っていることがあり，その場合はそのCADの記号になります．

● グラウンド記号

トラ技では，斜線のグラウンド記号をシグナル・グラウンドの意味で使っています．これは独自のものです．JIS/ANSI-IEEE/IEC などの標準規格では斜線のグラウンド記号はシャーシ・グラウンドです．

なお，トラ技では1998年1月号から，4本斜線だったグラウンド記号を標準規格と同じ3本斜線に変更しました．ただし，斜線の記号は，従来どおりシグナル・グラウンドの意味で使われています．斜線のグラウンド記号はシャーシ・グラウンドの意味で使い，シグナル・グラウンド，シグナル・コモンは▽印に統一すべきなのですが，現状では実現していません．

● 電解コンデンサの記号

グラウンド記号が3本斜線になったのにあわせて，1998年2月号から電解コンデンサの記号も従来の4本斜線から3本斜線に変更しました．

● コイルの記号

標準規格では四つの半円が連なった形ですが，トラ技の記号は文字どおりコイル状になっています．

● FET の記号

FETのゲート電極の引き出し位置は，JISやIECでは端から引き出しますが，ANSI-IEEEでは中央から引き出すことになっています．

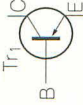
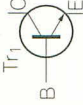
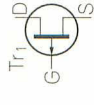
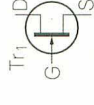
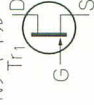
トラ技では両方が混在しているのが実状です．

● その他の半導体デバイスの記号

標準規格にない記号が慣用的に通用していることがあります．MOSFETの簡略表示やIGBTの慣用記号などがそうです．

名称	トランジスタ技術の図記号				備考
●**抵抗器**					
固定抵抗器		タップ付き	無誘導		
可変抵抗器	2端子	3端子	連動(2連)	スイッチ付き	破線は連動を表す.
半固定抵抗器	2端子	3端子			
抵抗アレイ					
サーミスタ	直熱型(1) $t°$	直熱型(2) θ	傍熱型 $t°$		$t°$または θを付ける.

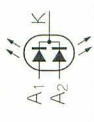
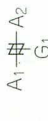
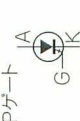
●コンデンサ(キャパシタ)					
固定コンデンサ(無極性)		外側電極表示			円弧側の電極は外側または低圧側を表す.
電解コンデンサ(有極性)		1964～1997			本誌1998年2月号から3本斜線に変更
電解コンデンサ(無極性)	B.P.	N.P.	1964～1997 B.P.	1964～1997 N.P.	bi-polar, non-polar 本誌1998年2月号から3本斜線に変更
バリコン	単連	2連	差動	平衡(バタフライ)	
	可動電極表示	2連	差動	平衡(バタフライ)	円弧側の電極は可動電極(ロータ)を表す.
半固定コンデンサ					トリマ・コンデンサ 円弧側の電極は可動電極(ロータ)を表す.
貫通コンデンサ					
●コイル(インダクタ)					
空心コイル	固定	タップ付き	可変(2端子)	可変(3端子)	必要に応じて山の数を増減する.

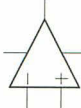
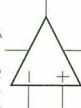
名　称	トランジスタ技術の図記号				備　考
コア入りコイル	固定	タップ付き	可変(2端子)	可変(3端子)	高周波コイル．ダスト・コアやフェライト・コアをもつもの．
鉄心入りコイル	固定	タップ付き	可変	ギャップ付き	低周波用チョーク・コイル など
可飽和コイル					低周波用
フェライト・ビーズ		F.B.			
●トランス					
低周波トランス		シールド付き	可変インダクタンス	可変相互インダクタンス	・印は巻き線の位相や巻き始めを表す必要があるときに付ける．
高周波トランス(空心)		シールド・ケース付き	可変インダクタンス	可変相互インダクタンス	・印は巻き線の位相や巻き始めを表す必要があるときに付ける．
高周波トランス(コア入り)		シールド・ケース付き	可変インダクタンス	可変相互インダクタンス	・印は巻き線の位相や巻き始めを表す必要があるときに付ける．

●配線

配線	交差	接続	無接続(1)	無接続(2) — N.C.	
信号線					
ケーブル		フレキシブル			
シールド線や同軸ケーブル					
端子		同軸端子	イヤホン・ジャック	イヤホン・ジャック(スイッチ付き)	ターミナル
バス	A_7~A_0	8			アドレス・バス，データ・バスなど /8は8線のバスを表す．

●グラウンド（アース）

	トランジスタ技術	(JIS)	(ANSI-IEEE)	1964~1997	
信号グラウンド					本誌1998年1月号から3本斜線に変更
コモン・グラウンド					本誌1998年1月号から3本斜線に変更
大地アース					
シャーシ・グラウンド					フレーム・グラウンド(frame ground)

名称	トランジスタ技術の図記号				備考
保安グラウンド					保護(protective ground)
ディジタル・グラウンド	D.G.			D.G.	
アナログ・グラウンド	A.G.			A.G.	
パワー・グラウンド	P.G.			P.G.	
●スイッチ					
トグル・スイッチ	単極単投(SPST)	単極双投(SPDT)	双極単投(DPST)	双極双投(DPDT)	SPST : single pole single throw SPDT : single pole double throws DPST : double poles single throw DPDT : double poles double throws
スライド・スイッチ	3P	6P			3P : three poles (3極) 6P : six poles (6極)
プッシュ・スイッチ	ノーマリ・オープン(N.O.)		ノーマリ・クローズ(N.C.)		
プル・スイッチ	ノーマリ・オープン(N.O.)		ノーマリ・クローズ(N.C.)		
ロータリ・スイッチ		連動			

アナログ・スイッチ	信号 信号 制御				
●リレー					
リレー	単極単投(SPST)	単極双投(SPDT)	単極単投(SPST)	単極双投(SPDT)	
●メータ					
電圧計	直流 V	交流 V	高周波 V		
電流計	直流 A	交流 A	高周波 A		
インジケータ	VU計 VU				
●電源					
電池	単セル	複セル			

名称	トランジスタ技術の図記号				備考
定電圧源	直流	交流			
定電流源	直流(1)	直流(2)			
信号源	パルス	ステップ	方形波	正弦波	
●マイク，スピーカ，イヤホンなど					
マイク	ダイナミック	エレクトレット	クリスタル	汎用	
スピーカ	ダイナミック	マグネチック	クリスタル	汎用	ダイナミック・スピーカは可動コイル型，マグネチックは可動磁石型である．
イヤホン	マグネチック	クリスタル	ヘッドホン		
サウンダ	圧電(ピエゾ)	マグネチック			

●フィルタ					
フィルタ	ローパス	ハイパス	バンドパス	バンド･エリミネート	
	ローパス	ハイパス	バンドパス	MCF	MCF：モノリシック･クリスタル･フィルタ
●機能ブロック					
演算器	加算器	乗算器			
機能ブロック	増幅器	特定機能			
●その他の受動素子など					
電球	白熱	ネオン			
発振子	水晶発振子	セラミック発振子			水晶もセラミックも同じ記号である．
アンテナ					
CdS光導電セル					

名　称	トランジスタ技術の図記号				備　考
太陽電池					
熱電対	温度測定(1)	温度測定(2)	電流測定(直熱型)	電流測定(傍熱型)	
ヒューズ					
ACプラグ/コンセント	プラグ	コンセント(リセプタクル)			
モータ	直流 M	交流 M	ステッピング M	汎用 M	
発電器	直流 G	交流 G	汎用 G		
ディレイ・ライン	20ns				2本の縦線は入力側を表す.

●トランジスタ

バイポーラ・ジャンクション・トランジスタ（BJT）	PNP Tr_1 B C E	NPN Tr_1 B C E	複合 Tr_1	バイアス抵抗内蔵 Tr_1	丸印はパッケージを表す．個別トランジスタの参照名はTr_n
	PNP（IC内） Q_1	NPN（IC内） Q_1	スーパー β Q_1	ショットキ・クランプ Q_1	IC内部のトランジスタの参照名はQ_n
ジャンクションFET（JFET）	Pチャネル Tr_1 G D S	Nチャネル Tr_1 G D S	Pチャネル・デュアル・ゲート Tr_1 G_1 G_2 D S	Nチャネル・デュアル・ゲート Tr_1 G_1 G_2 D S	ゲートの引き出し位置は中央（ANSI-IEEE）
	Pチャネル Tr_1 G D S	Nチャネル Tr_1 G D S	Pチャネル Tr_1 G_1 G_2 D S	Nチャネル Tr_1 G_1 G_2 D S	ゲートの引き出し位置はソース側（JIS, IEC）

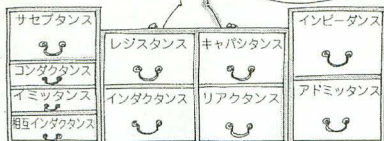
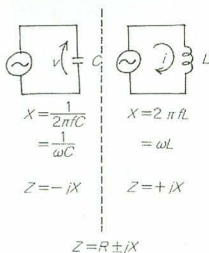
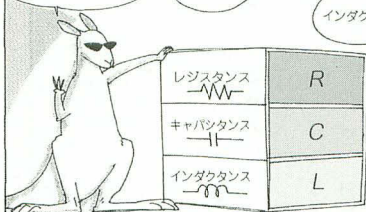
名称	トランジスタ技術の図記号				備考
MOSFET	Pチャネル・ディプリーション・モード Tr1 D G S	Nチャネル・ディプリーション・モード Tr1 D G S	Pチャネル・エンハンスメント・モード Tr1 D G S	Nチャネル・エンハンスメント・モード Tr1 D G S	
	Pチャネル・デュアル・ゲート・ディプリーション・モード Tr1 D G2 G1 S	Nチャネル・デュアル・ゲート・ディプリーション・モード Tr1 D G2 G1 S	Pチャネル・デュアル・ゲート・エンハンスメント・モード Tr1 D G2 G1 S	Nチャネル・デュアル・ゲート・エンハンスメント・モード Tr1 D G2 G1 S	ソース側がG_1(第1ゲート)電極
	簡略表示	※1	※2		※1, ※2はゲート電極の引き出し線をゲート電極の中央から出した例(ANSI-IEEE)
IGBT	C G E	簡略表示 C G E			
UJT	P型ベース B1 E B2	N型ベース B1 E B2			ユニ・ジャンクション・トランジスタ 矢印が出入りしている側がB_2電極である.等価UJT(EUJT)も同じ記号である.

PUT	G A K				プログラマブル・ユニ・ジャンクション・トランジスタ サイリスタと同じ記号である.
●ダイオード，サイリスタ					
ダイオード	A K	A K			丸印はパッケージを表す. 慣用的には丸印を省略することが多い.
LED	A K	複合カソード・コモン A_1 A_2 K	複合アノード·コモン A K_1 K_2		
ショットキ・バリア・ダイオード	A K				カソードがS字形
可変容量ダイオード	単素子 A K	対向 A_1 A_2			バリキャップ(商品名), バラクタ
ツェナ・ダイオード	A K				定電圧ダイオード;カソードがZ字形
トンネル・ダイオード	エサキ·ダイオード A K	バックワード A K			バックワード(単トンネル)
PINダイオード	A K				
フォト・ダイオード	A K	アバランシェ A K	PIN		

名　称	トラ技の図記号				備　考
ガン・ダイオード	A K				
ステップ・リカバリ	A K				
PNPNスイッチ					
SBS	A_1 A_2 G_1				silion bi-lateral switch
レーザ・ダイオード					
サイリスタ	Pゲート逆阻止 A G K	Nゲート逆阻止 A G K	Pゲート逆導通 A G K	Nゲート逆導通 A G K	SCR（商品名）; silion controlled rectifier
GTO	Pゲート A G K	Nゲート A G K			3端子ターン・オフ・サイリスタ; gate turn-off thyristor
SCS	A G_2 G_1 K				4端子逆阻止サイリスタ; silicon controlled switch

3端子双方向サイリスタ					トライアック(商品名); TRIAC ゲート側が T_1電極である.
双方向ダイオード					ダイアック(商品名);DIAC
バリスタ	金属酸化物	対向並列ダイオード			ZNR(商品名)
ダイオード・ブリッジ		簡略表示			
シャント・レギュレータ					
●OPアンプ, コンパレータ					
OPアンプ,コンパレータ		ノートン・アンプ	コンパレータ		OPアンプとコンパレータは同じ記号である.

名称	トラ技の図記号				備考
●オプトIC					
フォト・カプラ	LED/フォト・トランジスタ	LED/フォト・ダイオード	LED/フォト・ボルタック	LED/CdS	
●ロジック・ゲート					
	基本	ド・モルガン等価	シュミット・トリガ	オープン・コレクタ	
AND					
OR					
エクスクルーシブOR					
NAND					
NOR					
インバータ					
バッファ					

	第1文字		第2文字
小文字	(1)電圧，電流，電力インピーダンスなどの時刻とともに変わる値 (2)4端子パラメータ	小文字	(1)時刻とともに変わる値 (2)パラメータの小信号値
大文字	(1)直流，平均，実効値最大値，p-p値． (2)インピーダンスなどで外部回路の影響を受けないもの	大文字	(1)直流値，実効値，最大値，p-p値，瞬時値 (2)大信号および静的なパラメータ

コンダクタンス	$G=\frac{1}{R}$ （レジスタンスの逆数）
アドミッタンス	$Y=\frac{1}{Z}$ （インピーダンスの逆数）
サセプタンス	$B=\frac{1}{X}$ （リアクタンスの逆数）
イミッタンス	（インピーダンスとアドミッタンスの合成語）
相互インダクタンス	二つのインダクタンス間に働くインダクタンス

トラ技の用語がよくわかる辞典
ついに設計にも女性進出か
新入社員のミカ子です．PHSの設計部に配属されました．よろしくお願いしまース
どんなPHSが創りたいの？
もちろんかわいいピッチでーす
専門書をたくさん読むといいよ！
インピーダンス dBm, dBμ, dBc? 何コレ～？ ぜんぜんわかんない
!
トラ技 読みなさい
え？

〒170-8461
東京都豊島区巣鴨1-14-
CQ出版株式会社